



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y

ARQUITECTURA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

T E S I S

**GUANO DE ISLA Y SU INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO DE
CULTIVO DE QUINUA *Chenopodium quinoa* Willd.)
EN EL DISTRITO CABANILLAS, PROVINCIA DE
SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO DE PUNO**

PRESENTADO POR

BACHILLER JUAN DE DIOS MAMANI LUZA

ASESOR

ING. URBANO FERMÍN VÁSQUEZ ESPINO

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

MOQUEGUA - PERÚ

2019

CONTENIDO

	Pág.
Página de jurado.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Contenido.....	iv
CONTENIDO DE TABLAS.....	viii
CONTENIDO DE FIGURAS.....	xi
CONTENIDO DE APÉNDICES.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xiv

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad del problema.....	1
1.2. Definición del problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Objetivos de la investigación.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. Justificación.....	4
1.5. Alcances y limitaciones.....	7
1.5.1. Alcances.....	7

1.5.2. Limitaciones	7
1.6. Variables	7
1.6.1. Operacionalización de variables	7
1.6.2. Evaluación de las variables dependientes.....	9
1.7. Hipótesis de la investigación	11
1.7.1. Hipótesis general	11
1.7.2. Hipótesis específicas.....	11

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación	12
2.2. Bases teóricas.....	15
2.2.1. Centro de origen	15
2.2.2. Variabilidad genética.....	17
2.2.3. Taxonomía de la quinua.....	17
2.2.4. Descripción botánica	18
2.2.5. Variedades de quinua comerciales en el Perú	19
2.2.6. Fases fenológicas del cultivo de quinua	21
2.2.7. Requerimientos del cultivo	25
2.2.8. Tecnología del cultivo	26
2.2.9. Rendimiento de quinua	31
2.2.10. Propiedades nutricionales de la quinua	32
2.2.11. Plagas de la quinua.....	34
2.2.12. Enfermedades de la quinua.....	36
2.2.13. Abonamiento orgánico	37

2.3. Definición de términos.....	40
2.3.1. Agricultura orgánica	40
2.3.2. Factores de la producción	40
2.3.3. Fenología.....	41
2.3.4. Producción	41
2.3.5. Productividad.....	41
2.3.6. Rentabilidad.....	41
2.3.7. Variedad.....	42

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1. Tipo de la investigación	43
3.2. Diseño de la investigación	43
3.2.1. Análisis estadístico	43
3.2.2. Prueba de significancia	44
3.2.3. Ubicación de campo experimental	44
3.2.4. Historial del campo experimental	45
3.2.5. Análisis de suelo	45
3.2.6. Condiciones climáticas y meteorológicas	47
3.2.7. Material experimental	48
3.2.8. Factores en estudio.....	48
3.2.9. Características del campo experimental.....	48
3.3. Población y muestra.....	49
3.4. Descripción de instrumentos para recolección de datos	49
3.4.1. Conducción del experimento.....	50

3.4.2. Preparación del terreno	51
3.4.3. Siembra y tapado	52
3.4.4. Labores culturales	53
3.4.5. Principales plagas y enfermedades	54
3.4.6. Cosecha	56

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados	58
4.1.1. Altura de la planta a la floración	58
4.1.2. Altura de la planta a la madurez fisiológica	63
4.1.3. Longitud de panoja a la madurez	68
4.1.4. Diámetro de panoja	73
4.1.5. Rendimiento por hectárea	76
4.1.6. Análisis de rentabilidad	81
4.2. Contrastación de hipótesis	83
4.3. Discusión de resultados	84

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	88
5.2. Recomendaciones	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
APÉNDICES	98
MATRIZ DE CONSISTENCIA	114
INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS	115

CONTENIDO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición del valor nutritivo de la quinua en comparación con alimentos básicos (%).....	33
Tabla 2. Composición de nutrientes de guano de isla.....	39
Tabla 3. Composición de nutrientes en una TM de guano de isla	39
Tabla 4. Análisis de varianza para un experimento de dos factores en estudio	44
Tabla 5. Análisis de fertilidad e interpretación de resultados	45
Tabla 6. Nutrientes ofertados por el suelo y aportados por el guano de isla.....	46
Tabla 7. Promedio de precipitaciones, temperatura y humedad relativa registrada mensual durante el experimento	47
Tabla 8. Combinación de los tratamientos en estudio.....	48
Tabla 9. Medidas del campo experimental	49
Tabla 10. Análisis de varianza para altura de planta a la floración.....	58
Tabla 11. Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para factor dosis de guano de isla en altura de planta a la floración.....	59
Tabla 12. Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para factor variedad de quinua en altura de planta a la floración	59
Tabla 13. Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para la interacción de dosis de guano de isla con variedad de quinua para altura de planta en floración.....	62
Tabla 14. Análisis de varianza para altura de planta a la madurez fisiológica	64
Tabla 15. Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para factor dosis de guano de isla en altura de planta a la madurez fisiológica	64

Tabla 16. Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para factor variedad de quinua en altura de planta a la madurez fisiológica	65
Tabla 17. Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para la interacción de dosis de guano de isla con variedad de quinua para altura de planta a la madurez fisiológica	67
Tabla 18. Análisis de varianza para longitud de panoja a madurez	69
Tabla 19. Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para factor dosis de guano de isla en longitud de panoja en madurez	69
Tabla 20. Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para factor variedad de quinua en longitud de panoja en madurez	71
Tabla 21. Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para la interacción de dosis de guano de isla con variedad de quinua para longitud de panoja a la madurez	72
Tabla 22. Análisis de varianza para diámetro de panoja a madurez	74
Tabla 23. Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para factor dosis de guano de isla en diámetro de panoja a la madurez	75
Tabla 24. Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para factor variedad de quinua en diámetro de panoja en madurez	76
Tabla 25. Análisis de varianza para rendimiento por hectárea	77
Tabla 26. Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para factor dosis de guano de isla para rendimiento por hectárea	78
Tabla 27. Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para factor variedad de quinua para rendimiento por hectárea	79
Tabla 28. Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para la interacción de dosis de guano de isla con variedad de quinua para rendimiento por hectárea	79

Tabla 29. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio	83
Tabla 30. Contrastación de hipótesis	84

CONTENIDO DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Altura de planta por efecto de las dosis de guano de isla a la floración.	59
Figura 2. Altura de planta por efecto de las variedades de quinua a la floración.	61
Figura 3. Altura de planta en floración por efecto de los tratamientos en estudio.	63
Figura 4. Altura de planta por efecto de las dosis de guano de isla a la madurez fisiológica.	65
Figura 5. Altura de planta por efecto de las variedades de quinua a la madurez fisiológica.	66
Figura 6. Altura de planta a la madurez fisiológica por efecto de los tratamientos en estudio.	68
Figura 7. Longitud de panoja por efecto de las dosis de guano de isla en madurez.	69
Figura 8. Longitud de panoja por efecto de las variedades de quinua a la madurez.	69
Figura 9. Longitud de panoja a la madurez fisiológica por efecto de los tratamientos en estudio.	73
Figura 10. Diámetro de panoja por efecto de las dosis de guano de isla en la madurez,	75
Figura 11. Diámetro de panoja por efecto de variedades de quinua en madurez..	76
Figura 12. Rendimiento por hectárea por efecto de las dosis de guano de isla.....	78
Figura 13. Rendimiento por hectárea por efecto de las variedades de quinua.....	79
Figura 14. Rendimiento por hectárea por efecto de los tratamientos en estudio.	81

CONTENIDO DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice A. Tablas	98
Apéndice B. Figuras	106

RESUMEN

La presente investigación titulado: “Guano de isla y su influencia en el rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el distrito de Cabanillas, Provincia de San Román, departamento de Puno”, se realizó durante la campaña agrícola 2017-2018, el estudio tuvo como objetivo, evaluar la influencia del guano de isla en el rendimiento del cultivo de quinua. Se empleó el diseño bloque completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial de 4x4, con tres bloques, se realizó el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$). Los resultados fueron: a) En rendimiento, hubo diferencias estadísticas para los tratamientos T8 guano de isla de 2000 kg/ha más la variedad INIA 415 con 3 793,33 kg/ha con mejor resultado. b) En las características agronómicas, hubo diferencias estadísticas en los factores de dosis de guano de isla y variedades de quinua; en altura de planta a la floración, la dosis de 2000 kg/ha tuvo mejor respuesta con 119,92 cm; la variedad INIA 415 tuvo 99,08 cm. En altura de planta a la madurez fisiológica; la dosis de 2000 kg/ha tuvo mejor respuesta con 125,03 cm. La variedad INIA 415 tuvo 101,35 cm. En longitud de panoja; la dosis de 2000 kg/ha tuvo mayor respuesta con 38,58 cm. La variedad INIA 420 obtuvo 29,53 cm. En diámetro de panoja; la dosis de 2000 kg/ha tuvo mejor respuesta con 7,41 cm. La variedad INIA 415 tuvo 5,90 cm. c) En costos de producción e índice de rentabilidad del cultivo el tratamiento T4 tuvo mejor índice de rentabilidad con 303 %, con un rendimiento de 3460 kg/ha.

Palabras clave: Crecimiento, guano de islas, panoja, quinua, rendimiento.

ABSTRACT

The present investigation entitled: "Island Guano and its influence on the yield of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) In the district of Cabanillas, Province of San Román, department of Puno", was carried out during the agricultural campaign 2017-2018. The objective of the study was to evaluate the influence of isla guano on the yield of quinoa. The Completely Randomized Block Design was used with a (DBCA) 4x4 factorial arrangement, with 3 blocks, the variance analysis (ANVA) and the Tukey mean comparison test ($P \leq 0.05$) were performed. The results were:

a) In yield, there were statistical differences for the guano island T8 treatments of 2000 kg / ha plus the INIA 415 variety with 3 793.33 kg /ha with the best result. b) In the agronomic characteristics, there were statistical differences in the dose factors of island guano and varieties of quinoa; in plant height at flowering, the dose of 2000 kg / ha had a better response with 119,92 cm; the INIA 415 variety had 99,08 cm. In plant height at physiological maturity, the dose of 2000 kg / ha had a better response with 125,03 cm. The INIA 415 variety had 101,35 cm. In panicle length, the dose of 2 000 kg / ha had a greater response with 338,58 cm. The INIA 420 variety obtained 29,53 cm. In panicle diameter, the dose of 2000 kg / ha had a better response with 7,41 cm. The INIA 415 variety had 5.90 cm. c) In terms of production costs and crop profitability index, the T4 treatment had a better profitability index with 303 %, with a yield of 3460 kg/ha.

Key words: Growth, guano of islands, panicle, quinoa, yield.

INTRODUCCIÓN

El departamento de Puno, es el principal y primer productor nacional de quinua, es decir con mayor superficie y volumen de producción que representa 44,4 %, así mismo a nivel mundial el Perú es el principal productor de quinua con el 50,70 % de la producción total y se produce en 19 departamentos, seguido de Bolivia con 48,40 %, con referente al rendimiento el Perú lidera con 1162 kg/ha, Bolivia con 680 kg/ha y Ecuador con 640 kg/ha, actualmente se está cultivando adaptativamente en más de 60 países, con una tecnología convencional.

En el mercado nacional e internacional existe un interés creciente por este producto, sin embargo, hay muchos factores son las que reducen su rendimiento como; baja fertilidad del suelo, falta o deficiente aplicación de abonos, precipitación pluvial, sequia, heladas, granizada, los cuales adquieren importancia especial en el altiplano, porque su ocurrencia puede presentarse en cualquier etapa del desarrollo fenológico de las plantas, deficiente aplicación de tecnologías agronómicas. Por todo ello se manifiesta como resultado en el bajo rendimiento de grano de quinua.

Los distritos de Cabana, Cabanillas y Cabanilla, como muchos de la región Puno, se caracteriza por ser una zona netamente agrícola y pecuaria, teniendo los cultivos principales como; tubérculos (papa, oca, olluco, maswa); seudocereal (quinua, cañihua); cereales (cebada, trigo, avena); leguminosas (haba, arveja, alfalfa). El cultivo de quinua es el principal porque esto genera ingreso económico para las familias rurales de la zona, pero actualmente en esta zona se tiene como problema el bajo rendimiento del cultivo de quinua, causado por baja fertilidad, falta o deficiente aplicación de abonos al suelo de parte de los agricultores, los esfuerzos actuales son orientados a la obtención de mayor rendimiento por hectárea y de acuerdo a las exigencias del mercado mundial.

La importancia de aplicación de abonos orgánicos en el cultivo de quinua como; guano de isla es clave para incrementar la producción y productividad por lo que surge una alternativa de la producción orgánica a través de la agricultura orgánica, el cual tiene como objetivo producir alimentos sanos y nutritivos, incrementar los rendimientos y mejorar la calidad del grano, por lo que en la presente investigación se tiene como aporte la aplicación de abono orgánico que es el guano de isla en el cultivo de quinua.

Frente a la problemática de bajo rendimiento del cultivo de quinua se plantea el presente trabajo de investigación cuyo objetivo es evaluar la influencia del guano de isla en el rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quínoa* Willd.) en el distrito de Cabanillas, provincia de San Román, departamento de Puno.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad del problema

A nivel mundial actualmente existe el problema de desnutrición aguda en niños del mundo y se estima que el cambio climático disminuirá la producción agrícola y habrá menos alimento disponible. Se prevé que en el año 2050 habrá 50 % más de población en el mundo, frente a la población actual de 7 mil 444 millones 443 mil 881, este crecimiento significa que se producirá escasez de alimento y aumento en el precio (Zanabria y Mamani, 2017).

La población mundial crece en más de 2300 millones de personas, entre 2009 y 2050, esta afirmación señala que la demanda de alimentos seguirá creciendo y se debe priorizar la agricultura para la reducción del hambre y pobreza. En todos los países de América Latina, la globalización ha variado agresivamente la alimentación en las grandes ciudades donde viven el 75 % de la población, persiste el hambre y alto índice de la población sufre de obesidad, diabetes, osteoporosis y cáncer, por el consumo de comidas chatarras con alto contenido de carbohidratos, grasa, bebidas azucaradas. La población de 579 millones de habitantes producen alimento suficiente para proveer 746 millones, pero 49 millones sufren de hambre, con índices como;

Haití 44,5 %, Guatemala 30,4 %, Paraguay 25,5 %, Bolivia 24,1 % y Nicaragua 20.1 %, respectivamente, todo ello no es por falta de alimento si no por falta de medios económicos para comprar alimentos de alto valor nutricional como la quinua (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO], 2015).

En el Perú, con una población de 30 millones de habitantes, el 18 % de niños sufre de desnutrición crónica, el 64 % de la familias rurales se dedica a la actividad agropecuaria y contribuyen en la alimentación básica del Perú, y están en la sierra, 36,7 % en condición de pobreza y 59,8 % en extrema pobreza, en la agricultura por la escasez de agua para el riego, contaminación y cambio climático, trae el problema de bajos niveles de productividad y competitividad de los pequeños agricultores frente a la competencia internacional, el reto es competir con productos ecológicos u orgánicos de alto valor nutricional.

El distrito de Cabanillas de la región Puno, lugar de investigación, se caracteriza en la producción del cultivo de quinua y es un cultivo principal que genera mayor beneficio económico a los agricultores, pero hay muchos factores son las que causan el bajo rendimiento del cultivo, principalmente; la baja fertilidad del suelo, deficiente aplicación de abonos y otros como; el uso de variedades, déficit hídrico, estrés hídrico, ataque de plagas y enfermedades, presencia de heladas, granizadas, deficiente aplicación de tecnologías en manejo agronómico, todo ello genera el problema del bajo rendimiento de la quinua.

En realidad los agricultores de la zona, no practican el abonamiento del suelo para el cultivo de quinua, solamente aplican estiércol fresco de ovino o vacuno al

cultivo de papa que lo antecede al cultivo de quinua, por lo que en el cultivo de quinua se tiene el problema de bajo rendimiento, lo cual trae como consecuencia; deficiente crecimiento y desarrollo; riesgo a ataque de plagas y enfermedades de la planta, por la susceptibilidad de la misma, pérdidas económicas, baja rentabilidad, escasez de alimento, escaso consumo de quinua, esto a su vez repercute a la malnutrición y desnutrición en la población. El bajo rendimiento es posible solucionar con la aplicación de abono orgánico como; guano de isla lo cual es un aporte en la presente investigación, con esto mejorar el nivel de fertilidad del suelo e incrementar el rendimiento de grano de quinua.

1.2. Definición del problema

1.2.1. Problema general.

¿Cuál será la influencia del guano de isla en el rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el distrito de Cabanillas, provincia de San Román, departamento de Puno?

1.2.2. Problemas específicos.

¿Cuál será el rendimiento alcanzado de las cuatro variedades de quinua a la aplicación de diferentes dosis de guano de isla?

¿Cuál será las características agronómicas del rendimiento (altura de la planta a la floración y madurez fisiológica, longitud de panoja, diámetro de panoja) de las cuatro variedades de quinua a la aplicación de diferentes dosis de guano de isla?

¿Cuál será los costos de producción, análisis económico y el índice de rentabilidad de las cuatro variedades de quinua a la aplicación de diferentes dosis de guano de isla?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general.

Evaluar la influencia del guano de isla en el rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el distrito de Cabanillas, provincia de San Román, departamento de Puno.

1.3.2. Objetivos específicos.

Determinar el rendimiento del cultivo de cuatro variedades de quinua a la aplicación de diferentes dosis de guano de isla.

Evaluar las características agronómicas del rendimiento (altura de la planta a la floración y madurez fisiológica, longitud de panoja, diámetro de panoja) de cuatro variedades de quinua a la aplicación de diferentes dosis de guano de isla.

Estimar los costos de producción, análisis económico y el índice rentabilidad del cultivo de cuatro variedades de quinua a la aplicación de diferentes dosis de guano de isla.

1.4. Justificación

El presente trabajo de investigación es importante en vista de que el cultivo de la

quinua, es un cereal de alto valor nutricional, nutraceutico y existe alta demanda a nivel regional, nacional e internacional, y es mas en el Perú se tiene mayor producción y en menor área de cultivo, además con el estudio se determinó cuál de las variedades y con cuál de las dosis de guano de isla se tiene mejores resultados en el rendimiento, mejores características agronómicas del rendimiento y el índice de rentabilidad, lo cual justifica porque es una alternativa para los agricultores del distrito de Cabanillas y la región del altiplano. Además es una alternativa para resolver el problema del bajo rendimiento del grano de quinua, cuya causa es la baja fertilidad del suelo y deficiente aplicación de abonos orgánicos.

1.4.1. Justificación económica.

La quinua orgánica tiene un costo de producción, rendimiento y precio de venta alto que genera mayor beneficio, lo cual justifica la rentabilidad económica; comparados con la producción de quinua convencional que tiene menor costo de producción, menor rendimiento y menor precio de venta. Además existe plantas industriales de quinua orgánica, en Puno como COOPAIN-Cabana, Agroindustrias el Altiplano, PRANDES S.A., Bioandes Orgánicos, INNOVA Alimentos y otros, los cuales producen y tienen un producto procesado y envasado como; hojuelas de quinua, harina de quinua, para los supermercados regionales, nacionales y exportación a otros países.

1.4.2. Justificación social.

La investigación es aceptable a nivel social ya que los agricultores practican la

cultura de asociatividad como productores de quinua del distrito de Cabanillas y la región del altiplano, en los últimos diez años han despertado mayor interés en el tema de la producción de quinua orgánica, teniendo presente la responsabilidad social, como el cuidado de la salud de los mismos productores y de los consumidores y garantiza la seguridad alimentaria de la población del país y del mundo, además dinamiza los factores de la producción mediante la generación de trabajo, inversión de capital, uso eficiente y sostenible de la tierra.

1.4.3. Justificación ambiental.

El presente trabajo de investigación, con el uso de diferentes dosis de guano de isla, en la diferentes variedades de quinua, se fundamenta en la agricultura orgánica, que se alimenta de la agricultura de los ancestros, en lo cual se recomienda el reciclaje y uso de materia orgánica de origen animal y vegetal, como el estiércol de ovino, vacuno, guano de isla, restos de cultivos, se hace el uso racional del suelo con el sistema de rotación de cultivos andinos, se evita el sistema monocultivo y es prohibido el uso de agroquímicos. Además los agricultores de la zona como parte de esta tecnología predicen las condiciones climáticas, como la presencia de lluvia, heladas, sequías, granizadas, mediante los zooindicadores y fitoindicadores, es decir la observación del comportamiento de las plantas y animales silvestres, el uso de calendario lunar, lo cual justifica la sostenibilidad ambiental.

1.4.4. Importancia.

Con el presente trabajo de investigación, se pretende conocer las diferencias en rendimiento de grano en las diferentes variedades de quinua a la aplicación de cuatro

dosis de guano de isla como abono orgánico, con la finalidad de recomendar y hacer extensiva el cultivo de la mejor variedad de quinua a una dosis adecuada, a los agricultores del distrito de Cabanillas y de la región, lo cual tiene importancia económica, social y ambiental.

1.5. Alcances y limitaciones

1.5.1. Alcances.

Entre los alcances de la investigación se tiene, que el estudio demostró el efecto de las dosis de guano de isla en las variedades de quinua, y esto se reflejó en el incremento del rendimiento de grano con una de las dosis de guano de isla en una variedad de quinua en particular.

1.5.2. Limitaciones.

En las limitaciones, se tiene la poca información específica con el tema de investigación en sí, aunque existen referencias cercanas al trabajo de investigación, pero difieren por la ubicación geográfica del lugar de investigación, lo cual es una limitante.

1.6. Variables

Durante la investigación las evaluaciones realizadas desde el momento de la siembra o emergencia hasta la cosecha fueron las siguientes:

1.6.1. Variables independientes.

Como variables independientes se tiene, cuatro dosis de guano de isla y cuatro

Variedades de quinua: INIA 420, INIA 415, Illpa INIA y Salcedo INIA.

1.6.2. Variables dependientes.

Dentro de esto tenemos; rendimiento de grano (kg/ha), características agronómicas del rendimiento; altura de planta a la floración y madurez fisiológica de la quinua, longitud de panoja y diámetro de panoja (cm), análisis económico e índice de rentabilidad del cultivo (%), como se muestra en la operacionalización.

Operacionalizacion de variables

Variables	Operacionalizacion de variables			
	Dimensiones	Indicador	Escala	Unidad
Independientes	Guano de isla	Dosis 1	00	kg/ha
		Dosis 2	1000	
		Dosis 3	1500	
		Dosis 4	2000	
	Variedad	Variedad 1	INIA 420	Unidad
		Variedad 2	INIA 415	
		Variedad 3	Illpa INIA	
		Variedad 4	Salcedo INIA	
Dependientes	Rendimiento	A la cosecha	Numérica	Kg/ha
	Altura de planta	En la floración y madurez fisiológica	Numérica	cm
	Longitud de panoja	A la cosecha	Numérica	cm
	Diámetro de panoja	A la cosecha	Numérica	cm
	índice de rentabilidad	Después de la cosecha	Índice de rentabilidad	%

1.6.3. Evaluación de las variables dependientes.

1.6.3.1. Características agronómicas del rendimiento.

A los 90 días, se seleccionó y marco 10 plantas representativas por cada unidad experimental, de los tres surcos centrales, en las cuales se realizaron las diferentes evaluaciones programadas durante el proceso de investigación.

a. Altura de la planta a la floración (cm).

Para obtener esta variable se midió la altura de la planta de quinua en cm, desde el cuello o base de la planta hasta el ápice de la inflorescencia, en el momento de 50 % de floración, es decir a los 95 días donde muestra la floración.

b. Altura de la planta a la madurez fisiológica (cm).

Sea obtenido midiendo la altura de la planta de quinua en cm, desde el cuello de la planta hasta el ápice de la inflorescencia, en el momento en que el grano en las panojas muestren resistencia a la prueba de presión entre las uñas, así como el amarillamiento y defoliación o caída de las hojas, lo cual ha mostrado una variación en días de madurez en las variedades en estudio desde 140-165 días.

c. Longitud de panoja, a madurez (cm).

Para obtener la longitud de panoja se determinó midiendo la distancia en cm, desde la base o inicio de la panoja hasta la parte terminal o ápice de la inflorescencia, en el momento de la madurez fisiológica, que ha variado de 140 a 165 días según las cuatro variedades.

d. Diámetro de panoja (cm).

Sea obtenido midiendo el diámetro máximo en cm, la parte media de la inflorescencia o panoja de cada una de las 10 plantas o muestras, todo ello por unidad experimental antes de efectuar los trabajos de la cosecha, es decir en el momento que la planta muestra la madurez fisiológica, esto ha ocurrido a los 140-165 días con una variación en cada una de las variedades.

1.6.3.2. Rendimiento por hectárea (kg/ha).

Para la obtención de datos, se ha cosechado las panojas de las plantas representativas seleccionados de los tres surcos centrales, fueron trilladas, venteado, zarandeadas y embolsados individualmente, la misma sea pesada cada uno de las sub muestras, obteniéndose el promedio total de las 10 plantas de cada una de las unidades experimentales, la cual se expresó el rendimiento de grano de un área de 6 m² y su equivalente a kilogramos por hectárea.

1.6.3.3. Análisis de rentabilidad (%).

Se ha evaluado después de la obtención del rendimiento por hectárea, para ello se determinó los costos directos e indirectos de todo el periodo vegetativo que dura el cultivo de quinua, con datos actualizado de los costos del jornal, los insumos y demás rubros, finalmente determinar la rentabilidad del cultivo, proyectados para una hectárea, por cada tratamientos.

1.7. Hipótesis de la investigación

1.7.1. Hipótesis general.

Al menos una de las dosis de guano de isla influirá en el rendimiento de cuatro variedades de quinua en diferentes proporciones, en el distrito de Cabanillas, provincia de San Román, departamento de Puno.

1.7.2. Hipótesis específicas.

El rendimiento del cultivo de cuatro variedades de quinua será diferente por la aplicación de diferentes dosis de guano de isla.

Las características agronómicas del rendimiento (altura de planta a la floración y madurez fisiológica, longitud de panoja y diámetro de panoja) de cuatro variedades de quinua será diferente por la aplicación de diferentes dosis de guano de isla.

Los costos de producción y el índice de rentabilidad de cuatro variedades de quinua serán diferentes por la aplicación de diferentes dosis de guano de isla.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Cahui (2010) en su investigación realizada en la localidad de Salcedo-Puno, titulada: “Efecto de tres formulaciones de Bokashi-EM en cinco variedades del cultivo de quinua”, durante la campaña agrícola 2009 - 2010. Tuvo como objetivo de la investigación determinar el efecto de las tres formulaciones de Bokashi-EM en la producción, rendimiento y rentabilidad de cinco variedades del cultivo de quinua. Como material experimental se usó diferentes formulaciones de Bokashi-EM y las variedades de quinua como Salcedo INIA, Pasankalla, Negra de Collana, Blanca de Juli e Illpa INIA. Dicha Investigación, se condujo bajo el diseño de bloques completos al azar (DBCA) con un arreglo factorial de parcelas divididas. Los resultados fueron: las formulaciones de Bokashi-EM no mostraron diferencia significativa entre formulaciones, en longitud de panoja (29,50 cm) y altura de planta (116 cm), encontrando en el tratamiento Bokashi-EM 2 y la Variedad Salcedo INIA (B2V1), y en mejor lugar de diámetro de panoja (5,55 cm), quedo el tratamiento Bokashi-EM 3 y la Variedad Pasankalla (B3V2), respecto al cultivo de quinua. 2) La variedad de quinua con mayor rendimiento en respuesta al uso de las diferentes

formulaciones de Bokashi-EM, es la variedad Negra de Collana (V1) con un rendimiento promedio de grano de 2275 kg/ha. 3) el mayor índice de rentabilidad corresponde a la formulación de Bokashi-EM 0 y la variedad Negra de Collana (B0V3), con un índice de rentabilidad de 212,32 %, y el menor índice de rentabilidad corresponde a la formulación de Bokashi-EM 1 y la variedad Blanca de Juli (B1V4), con una rentabilidad de 34,92 % (p. 49).

Rojas (2015) en una investigación titulada “Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento y composición química de la quinua variedad Hualhuas en el distrito de Huando - región Huancavelica”, durante la campaña agrícola 2013-2014. Cuyo objetivo fue determinar la respuesta del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) variedad Hualhuas, en el rendimiento y composición química a la respuesta de 5 tipos de abonos orgánicos. Utilizándose el diseño en bloques completamente al azar (DBCA). Como material experimental se utilizó los abonos orgánicos: estiércol de vacuno, ovino, alpaca; cuy, humus de lombriz y un testigo absoluto, con aplicaciones de 10 000 kg/ha en la variedad de quinua Hualhuas. Los resultados de la investigación demostraron que, con la aplicación de humus de lombriz y estiércol de vacuno obtener la mejor respuesta agronómica en el cultivo de quinua; alcanzando mayor tamaño de panoja (1,00 y 0,92 m/panoja), mayor peso de panoja (0,22 y 0,21 kg/panoja), y el mayor rendimiento (3750 y 3320 kg/ha), en comparación con el testigo que logro promedios 0,57 m de tamaño de panoja, 0,14 kg de peso de panoja, con 1430 kg/ha. En la altura de planta a los 240 días de cosecha no hubo influencia por parte de los abonos orgánicos, vale decir no hubo significancia estadística (0,430) ($Pr > 0,01$). La respuesta del estiércol de vacuno (T1) y estiércol de cuy (T4) frente al contenido de MO, con medias de 31,75 y 30,14 % no muestran diferencia estadística

entre sí, pero si superando estadísticamente ($Pr < 0,01 \%$) el estiércol de vacuno (T1) al estiércol de alpaca (T2), estiércol de ovino (T3), estiércol de cuy (T4), al humus de lombriz (T5) y testigo (T6) con valores de 27,75; 28,65; 30,14; 28,92 y 25,85 respectivamente. En cuanto al porcentaje de la MS el estiércol de vacuno (T1) con un promedio de 34,65 superó estadísticamente al estiércol de alpaca (T2), estiércol de ovino (T3), estiércol de cuy (T4), al humus de lombriz (T5) y testigo (T6) con valores de 30,87; 31,03; 32,67; 32,14 y 28,16 respectivamente, los abonos orgánicos utilizados en el experimento no mostraron diferencia estadística significativa ($Pr > 0,01$) en el contenido de PT y MI del grano de quinua (0,053 y 0,059) (p. 33-41).

Comprehensive Assessment Reporting Evaluation (CARE, 2012) menciona otra investigación titulada: “Rendimiento de quinua, por efecto del abonamiento orgánico, en Pukhuillca–Acocro, Ayacucho”, cuya investigación se realizó durante el año 2009 – 2010. Cuyo objetivo principal fue evaluar la influencia de abonos orgánicos en dos variedades de quinua. Como material experimental se usó las variedades de quinua Blanca de Junín y Pasankalla, además la aplicación de tres abonos orgánicos como el estiércol de ovino, guano de isla, gallinaza y testigo. El diseño estadístico utilizado fue en bloques completos al azar con dos factores en estudio (variedades de quinua y abonos orgánicos). Los resultados de la investigación demostraron que, el uso del guano de islas permitió triplicar los rendimientos con respecto a las parcelas sin abonar, en donde la variedad de quinua Blanca de Junín obtuvo, 3931,4 kg/ha a la aplicación de 2000 kg/ha de guano de isla, seguido de gallinaza a un nivel de 5000 kg/ha con un rendimiento de 3549,5 kg/ha, el testigo tuvo 1087,4 kg/ha. Mientras que en la variedad Pasankalla, la aplicación de guano de isla a un nivel de 2000 kg/ha tuvo un rendimiento de 3555,6 kg/ha, seguido de

gallinaza a un nivel de 5000 kg/ha con rendimiento de 3051,7 kg/ha, el testigo tuvo 997,3 kg/ha (p.20).

2.2. Bases teóricas

Mamani (2015) afirma que, el cultivo de la quinua constituye una contribución de nuestra cultura para el mundo, según investigadores, indican que este cultivo cobra mayor importancia por su gran diversidad y utilidad en países que tienen una fragilidad en sus ecosistemas, tiene calidad nutricionales para la alimentación, genera ingreso económico para el productor (p. 15).

2.2.1. Centro de origen.

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2013) afirma que, el origen se sitúa en las inmediaciones del lago Titicaca, esto es corroborado con la mayor existencia de parientes silvestres de la quinua, desde allí el cultivo se extendió a otros países andinos. Hace 7000 años los habitantes han cultivado, mantenido, mejorado y protegido las diversas variedades de quinua en varias zonas ecológicas consideradas como bancos de germoplasmas naturales. Por su alto valor nutritivo para la alimentación, los pueblos indígenas e investigadores lo denominan grano de oro de los andes (p. 11).

León (2003, p. 4) nos da a conocer la siguiente clasificación de la quinua:

- Quinua de los valles.

Cultivo que se desarrolla en los valles interandinos de 2000 a 3600 msnm, se identifican porque tienen gran desarrollo, llegan a medir de 2,0 a 2,5 m de altura, simpodica, su periodo vegetativo es prolongado, con panojas laxas, su inflorescencia

es amarantiforme, además tiene la particularidad de ser tolerante al mildiu, en esto se tiene a las variedades de Blanca de Junín, Amarilla de Marangani y Rosada de Junín.

- Quinuas altiplánicas.

Se desarrollan en lugares aledaños al lago Titicaca a una altura de 3800 msnm., se caracterizan por ser resistentes a las heladas, tamaño regular, monopodicas, panoja glomerulada densa, llegan a medir de 1,00 a 2,00 m de altura de planta, con un periodo vegetativo variable, quinuas precoces como: Illpa-INIA y Salcedo-INIA, semi-tardías: Blanca de Juli, tardías: como la Kancolla, Chewecca, Tahuaco, Amarilla de Marangani.

- Quinuas de los salares.

Se caracterizan por ser nativas de los salares de Bolivia, son resistentes, se adaptan a suelos salinos y alcalinos, los granos de quinua son amargos, tienen alto porcentaje de proteínas, tienen una altura de planta de 1,0 a 1,5 m, monopodicas; en este grupo figuran la Real Boliviana, Ratuqui, Rabura, Sayaña, que son variedades de Bolivia.

- Quinuas al nivel del mar.

Los cuales se desarrollan en el Sur de Chile, son monopodicas y los granos visten de color amarillo a rosados, a la vez son amargas; se caracterizan por tener un fotoperiodo extenso, su coloración de grano varia del color verde intenso, y al madurar se torna de una coloración anaranjada y los granos son pequeños, de un color blanco o anaranjado.

- Quinuas sub-tropicales.

Se desarrollan en los valles interandinos de Bolivia, caracterizándose por ser plantas de color intenso y al madurar cambian a una coloración anaranjada, los granos son pequeños y de color blanco o anaranjado.

2.2.2. Variabilidad genética.

Según León (2003) indica que, es una especie tetraploide, formado por 36 cromosomas somáticas, cuatro genómicos, con un número básico de nueve cromosomas ($4n = 4 \times 9 = 36$). El color de las plantas es un carácter de herencia simple, el color de los granos es por la acción de agentes suplementarios, el color blanco es un carácter recesivo, la inflorescencia glomerulada es dominante y la amarantiforme recesivo, el contenido de saponina es heredable, recesivo el carácter dulce (p.5).

2.2.3. Taxonomía de la quinua.

Según León (2003, p. 3) da a conocer que, el cultivo de quinua, fue descrito por primera vez por el científico Alemán Luis Christian Willdnow, siendo su posición taxonómica la siguiente:

Reino:	Vegetal
División:	Fanerógamas
Clase:	Dicotiledóneas
Orden:	Angiospermas
Familia:	Chenopodiaceas
Género:	Chenopodium.
Sección:	Chenopodia
Subsección:	Cellulata

Especie: *Chenopodium quinoa* Willd.

2.2.4. Descripción botánica.

Según Zanabria y Mamani (2017, p. 16-17) señalan que, la altura de planta varía desde 0,60 a 3,00 m, dependiendo de la variedad, fertilidad de suelo y las condiciones ambientales donde se desarrolla.

- **Raíz:** Es pivotante y vigoroso mide de 0,15 - 0,30 m de profundidad pero las raíces secundarias pueden alcanzar hasta 2,80 m dependiendo de la variedad, tipo de suelo, es ramificada y fibrosa, lo cual confiere resistencia a la sequía y la estabilidad de la planta.
- **Tallo:** Es cilíndrico en el cuello de la planta y anguloso a partir de las ramificaciones, de coloración variable desde verde a rojo, puede presentar estrías y pigmento en las axilas.
- **Hojas:** Son alternas formado por peciolo largos y lamina de forma romboidal, triangular o lanceolada, plana u ondulada, grueso y carnoso y tierna cubierta por oxalato de calcio de colores variables tanto en el haz y envés.
- **Inflorescencia:** Panoja típica formado por un eje central, con ramificaciones secundarias y terciarias y los pedicelos que sostiene a los glomérulos, puede ser amarantiforme o glomerulada, la longitud de panoja es variable de acuerdo a los genotipos, tipo de quinua, lugar donde crece y la fertilidad de suelo, puede alcanzar de 0,30 a 0,80 m, por 0,05 a 0,30 m de diámetro, el número de glomérulos por

panoja varia de 80 a 120 y cantidad de semilla por panoja de 100 a 3000 y hay variedades que rinden hasta 500 gramos de semilla por planta.

- **Flores:** Son incompletas es decir carecen de pétalos, sésiles, pueden ser hermafroditas, pistiladas y androesteril, la flor mide de 3 mm, tiene 10 % de polinización cruzada.
- **Fruto:** Es de tipo aquenio, de forma cilíndrica, lenticelada, está constituido por el perigonio que envuelve la semilla por completo y contiene una sola semilla de coloración variable que se desprende fácilmente a la madurez.
- **Semilla:** Forma parte del fruto maduro sin el perigonio tiene forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal, tiene tres partes, como episperma donde se ubica la saponina; embrión está formado por dos cotiledones y la radícula constituye el 30 % del volumen total de la semilla, es de color amarillo, mide de 3,54 mm de longitud y 0,36 mm de ancho; perisperma es el tejido principal de almacenamiento formado principalmente por granos de almidón, de color blanquecino.

2.2.5. Variedades de quinua comerciales en el Perú.

En el Perú tenemos las siguientes variedades: Kancolla, Amarilla Marangani, Blanca de Juli, Witulla, Cheweca, Salcedo-INIA, Illpa-INIA, Quillahuaman-INIA, Camacani I, Camacani II, Huariponcho, Chullpi, Roja de Coporaque, Huancayo, Ayacuchana-INIA, Hualhuas, Mantaro, Huacataz, Huacariz, Rosada de Yanamango, Namora, Tahuaco, Wilacayuni, Pacus, Rosada de Junín, Blanca de Junín, Acostambo, Blanca Ayacuchana, INIA 415, INIA 420, INIA 427, INIA 431 e INIA 433 Santa Ana. (Mujica *et al.*, 2013, p. 61) e INIA, (2013, p. 21).

2.2.5.1. INIA 420-Negra Collana.

Zanabria y Mamani (2017) manifiesta que, es un conjunto de 13 accesiones que en el idioma nativo se conoce como “Quyto kiuna” cuya colección se hizo en 1978 en centro poblado de Caritamaya, distrito de Acora provincia de Puno, adaptable a zonas agroecológicas aledaños al lago Titicaca entre 3800 a 3900 msnm., también en los valles interandinos y las regiones de la costa. El ciclo vegetativo varía de 115 a 138 días según las condiciones donde se desarrolla, la altura de planta varía de 1,20 a 1,30 m, panoja glomerulada, pericarpio de color gris, el color de episperma es de negro brillante, es una variedad dulce, tiene un potencial de rendimientos de grano de 3000 kg/ha a más (p. 30).

2.2.5.2. INIA 415 Pasankalla.

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2013) indica que esta variedad fue seleccionado surco panoja, a partir del colecta ingresada al banco de germoplasma con el código, PIQ031069 oriunda de la localidad de Caritamaya, distrito de Acora, provincia de Puno en 1978, es adaptable a zona agroecológica suní del altiplano entre 3800 y 3900 msnm., con clima frío seco, precipitación pluvial de 400 a 550 mm, con temperatura de 4° a 15 °C, en suelos de textura franco y franco arenoso con pH de 5,5 a 8,0, ciclo vegetativo variable; de 144 días en el altiplano, 120 días en valles interandinos y 105 días en la costa, con un rendimiento de 3540 kg/ha (p.34-35).

2.2.5.3. Salcedo – INIA.

Rojas (2015) cita al INIA (2013) indica que es una variedad derivada del cruce de las variedades Real Boliviana por Sajama, en 1995, es de grano grande (2,0 mm) y dulce, periodo vegetativo de 150 días en el Altiplano, panoja glomerulada compacta. Posee buen potencial de rendimiento, siendo tolerante al mildiu (*Peronospora variabilis*), y un contenido de saponina de 0,014 % (grano dulce), tolerante a heladas y sequías, mayor contenido de proteínas 14,5 %, desarrolla bien en las condiciones del altiplano, valles interandinos y costa en la cual se puede lograr 6000 kg/ha de rendimiento (p. 22).

2.2.5.4. Illpa – INIA.

Rosas (2015) cita a INIA (2013) menciona que es una variedad desarrollado por el método de selección masal, cruce de Sajama con Blanca de Juli, en Salcedo 1997, planta de color verde oscuro, altura de planta 1,50 m a mas, monopodicas, panoja glomerulada compacta, su periodo vegetativo es de 145 días precoz, tamaño de grano de 2,0 mm de diámetro de color blanco, variedad dulce, rendimiento de 3000 kg/ha tolerante al mildiu y a las heladas (p. 23).

2.2.6. Fases fenológicas del cultivo de quinua.

El cultivo de quinua presenta fases fenológicas bien ostensible que se diferencian, los cuales se puede identificar mediante los cambios que suceden durante el crecimiento y desarrollo de la planta, se han definido 12 fases fenológicas (Mujica et al, 2013, p. 35).

2.2.6.1. Emergencia.

Sandoval (2013) indican que, la fase fenológica de emergencia, es cuando la plántula sale del suelo y amplía las hojas cotiledóneas, visualizándose en el surco las plántulas nítidamente, ocurre a los siete a 10 días después de la siembra, es susceptible a la agresión de las aves, como es dicotiledónea surgen las dos hojas cotiledóneas resguardadas por el epispermo y pareciera exponer la semilla arriba del talluelo visible para las aves, por la succulencia de los cotiledones (p. 33).

2.2.6.2. Dos hojas verdaderas.

Sandoval (2013) manifiesta que, fuera de las hojas cotiledóneas, que poseen de forma lanceolada, emite dos hojas verdaderas extensas que ya tienen forma romboidal y se halla en botón el consiguiente par de hojas, lo cual sucede de los 15 a 20 días posterior a la siembra y muestra un desarrollo rápido de las raíces. En esta fase se origina habitualmente el ataque de insectos cortadores de plantas sensibles tales como *Copitarsia turbata* (p. 33).

2.2.6.3. Cuatro hojas verdaderas.

Mujica et al. (2013) indican que es cuando muestra dos pares de hojas verdaderas totalmente extendidas y aún se observa la presencia de las hojas cotiledónales de color verde, hallándose en botón foliar las subsiguientes hojas del ápice de la plántula e inicio de formación de botones en las axilas del primer par de hojas; lo cual sucede a los 25-30 días de la siembra, la planta ya puede resistir a la sequía y frío, porque ha desarrollado fuertemente sus raíces y muestra movimientos násticos en la noche cuando hace frío (p. 35).

2.2.6.4. Seis hojas verdaderas.

Sandoval (2013) da a conocer, en esta fase se observan tres pares de hojas verdaderas desarrolladas y las hojas cotiledóneas se vuelven de color amarillento. Lo cual sucede de los 35 a 45 días después de la siembra, en donde se observa visiblemente la protección del ápice vegetativo por las hojas más adultas, esencialmente cuando la planta está expuesta a bajas temperaturas, granizadas, al anochecer y estrés por déficit hídrico o salino (p. 33).

2.2.6.5. Ramificación.

Zanabria y Mamani (2017) indican que, ocurre a los 45 a 50 días de la siembra, es cuando se nota ocho hojas verdaderas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo, en las hojas se observa oxalato de calcio en forma de polvillo cristalina de colores variables, se observa la inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja, es la fase más crítica para las helada, si ocurre ocasiona el colgado del ápice, es sensible a la granizada, en esta fase se hace el aporque y abonamiento complementario (p. 21).

2.2.6.6. Inicio de panojamiento.

Sandoval (2013) indica que en esta fase, la inflorescencia se ve que va emergiendo del ápice de la planta, notándose alrededor la aglomeración de hojas pequeñas, junto a la panoja en sus tres cuartas partes; lo cual sucede de los 55 a 60 días de la siembra, también se puede evaluar el amarillamiento del primer par de hojas verdaderas (fotosintéticamente no activas) es la fase notable del crecimiento y engrosamiento del tallo. También hay ataque de “kcona kcona” *E. quinoae*, *E. melanocampta*, de la primera generación (p. 34).

2.2.6.7. Panojamiento.

Mujica et al. (2013) indican que, la inflorescencia muestra mucha nitidez por arriba de las hojas superiores, observándose los glomérulos de la base de la panoja, los botones florales específicos sobre todo los apicales que corresponderán a las flores pistiladas. Esta etapa sucede de los 65 a 70 días después de la siembra es la etapa donde se consume como hortaliza la inflorescencias (p. 36).

2.2.6.8. Inicio de floración.

Sandoval (2013) indica que, en esta fase fenológica, la flor hermafrodita apical se expone mostrando los estambres, lo cual sucede a 75 a 80 días después de la siembra, esta fase es muy sensible a la sequía y heladas; en los glomérulos se observa la antera la cual está protegido por perigonio de color verde limón (p. 34).

2.2.6.9. Floración.

Mujica et al. (2013) indican que es cuando en la inflorescencia principal y secundarias hay 50 % de las flores están abiertas, es a los 90 a 100 días después de la siembra, en esta fase es muy susceptible a las heladas, pudiendo resistir solo hasta -2°C, la floración es notable al medio día, porque en horas de la mañana y al atardecer las flores se hallan cerradas, por ser heliófilas, también en la planta se observa eliminación de las hojas inferiores no activos fotosintéticamente y es bastante notorio la presencia de polen de coloración amarilla (p. 36).

2.2.6.10. Grano lechoso.

Sandoval (2013) afirma que, ocurre a los 100 a 130 días después de la siembra, en esta fase el déficit hídrico afecta el desarrollo productivo, reduciendo el rendimiento, en esta fase fenológica es notorio el grano lechoso, es decir cuando los frutos se hallan en los glomérulos de la panoja, al hacer una prueba de presión entre las uñas expulsan un líquido lechoso (p. 35).

2.2.6.11. Grano pastoso.

Mujica et al. (2013) manifiestan que ocurre a los 130 a 160 días después de la siembra, esto se aprecia al hacer una prueba de campo que consiste en presionar entre las uñas el fruto tiene una apariencia pastosa de color blanco, es la fase donde hay ataque de “kcona kcona” *E. quinoa* Povolny o *E. melanocampa* Meyrick, de la segunda y tercera generación, se alimentan del grano, hacen nidos causando daños, reduce y afecta la calidad y el rendimiento (p. 37).

2.2.6.12. Madurez fisiológica.

Mujica et al. (2013) indican que es de los 180 a los 190 días, cuando los frutos o granos al efectuar la evaluación de campo que consiste en presionar entre las uñas tiene consistencia sólida o seca, y cuando el grano presenta humedad de 12 a 13 %, ocurre también el completo amarillamiento de la planta y presenta caída o defoliación de las hojas, es el momento para la cosecha. La planta es cosechada a madurez fisiológica se emparva, en esto pierde bastantes humedad facilitando el trillado y el desgrane del grano dentro del perigonio a esto se llama madurez de cosecha (p. 37).

2.2.7. Requerimientos del cultivo.

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2013) da a conocer que, el periodo vegetativo puede variar desde 90 hasta 240 días, desarrolla con 200 a 280 mm hasta 1000 mm de precipitación, es adaptable a suelos ácidos de pH 4,5, hasta alcalinos con pH de 9,0; prospera en suelos francos, franco arenoso, arenosos hasta los arcillosos, se cultiva a partir del nivel del mar hasta 4000 msnm., tolerante a factores climáticos desfavorables como sequía, heladas, salinidad de suelos que afectan al cultivo (p. 17).

2.2.8. Tecnología del cultivo.

2.2.8.1. Rotación del cultivo.

León (2003) indica que esta actividad, se realiza con el propósito de impedir una mayor ocurrencia de plagas y enfermedades, también impide la degradación de la fertilidad del suelo, impidiendo el esquilamiento del suelo y beneficiar los nutrientes dejados por el cultivo que antecede e incorporar materia orgánica (hojas, tallos, raíces etc.). La rotación consiste en alternar diferentes cultivos por cada campaña agrícola como; papa, quinua, cañihua, avena, cebada, haba y tarwi en zonas como costa y valles interandinos, se emplea la rotación de; papa, quinua, maíz, hortaliza, alfalfa (p.22).

2.2.8.2. Roturación del suelo.

Calla (2012) indica que, es el primer trabajo en la conducción del cultivo en campo, que refiere al rompimiento del horizonte superficial del suelo, es decir la remoción inicial de la capa arable o de la zona de desarrollo de la raíz, es recomendable realizarlo después de las lluvias (marzo-abril) para lograr la descomposición de

desechos orgánicos del cultivo anterior y semillas de malezas, se puede ejecutar con yunta o con maquinaria agrícola es decir un arado de disco o vertedera (pp. 14-16).

2.2.8.3. Rastrado y nivelación.

Gómez (2016) indica que, la labor de aradura deja terrones muy grandes en el campo, los cuales deben ser destrozados con equipo de rastra de disco, se debe pasar dos veces, en direcciones diferentes. Los terrones deben quedar pulverizados, la siguiente labor es la nivelación del suelo, la cual puede ser realizada con un riel o un tablón atado atrás de la rastra, recomendable en los campos conducidos bajo riego (p.39).

2.2.8.4. Surcado.

León (2003) menciona que se realiza en surcos separados entre 35 a 40 cm y hasta 60 a 80 cm para un buen aporque con la ayuda de yunta, donde se le amarra una porción de paja entre cruzadas en forma transversal al arado de palo o arado andino cerca a la reja, para que realice una excelente dimensión del surco, a una profundidad de 20 cm (p.23).

2.2.8.5. Siembra.

Jacobsen, Mujica y Portillo (2001) indica que, cuando los escenarios de precipitación son normales durante la temporada de siembra, precipitación óptima 4 mm entre los meses de setiembre, octubre y parte de noviembre, esto puede variar de acuerdo a las primeras lluvias y se debe prever el manejo agronómico y se hace la siembra temprana, intermedia y tardía, estas tres fechas de siembra varía de acuerdo a cada

zona agroecológica, fisiográfica, época de siembra de las variedades precoces, semi precoz y tardías (p. 99).

2.2.8.6. Densidad de siembra.

Gómez (2016) indica y sugiere la dosis de 10 a 12 kg/ha de semillas en suelos con buena preparación de suelo, disponibilidad de humedad, esto puede variar de acuerdo a la textura del suelo y puede incrementarse hasta 15 kg/ha (p. 42).

2.2.8.7. Profundidad de siembra.

Mujica, Suquilanda, Chura, Ruiz, León, Cutipa y Ponce (2013) indican que varía de acuerdo a la humedad del suelo, a mayor humedad la siembra es más superficial y a menor humedad sembrar a mayor profundidad con el propósito de prever daños por la fuerte radiación solar y ataque de aves a las semillas en etapa de germinación y se recomienda de 2 a 3 cm de profundidad (p. 44).

2.2.8.8. Modalidad de siembra.

Calla (2012) da a conocer, los siguientes métodos de siembra; al voleo, en la región del altiplano es común, en hilera, se realiza cuando no hay disponibilidad de maquinaria de siembra, se efectúa la siembra después del paso de una rastra, para el tapado se hace con un trote ligero de una manada de ovinos. En surco, es una de las formas más adecuadas de siembra, en surcos distanciadas de 0,4 a 0,6 m. lo cual facilita hacer las labores agrícolas como; deshierbo, raleo, aporque o jaleo dando mayor sostenimiento a las plantas y se evita el encame (p. 19-20).

2.2.8.9. Labores culturales.

a. Deshierbo.

León (2003) manifiesta que, se debe realizar para impedir la competencia entre cultivo y maleza, por el agua, luz, nutrientes y espacio, se recomienda hacer el primer deshierbo cuando las plantas de quinua tenga una altura de 0,20 m o a los 40 a 50 días; segundo deshierbo se hace cuando las plantas tenga de 0,30 a 0,35 m. entre las malezas se tiene a: *Bidens pilosa* “muni” *Medicago hispida* “trébol carretilla” *Bromus uniloides* “cebadilla”, *Erodium cicutarium* “auja auja”, *Tagetes mandonii* “chicchipa” y *Brassica campestris* “nabo silvestre” (p.27).

b. Depuración.

Jacobsen et al. (2001) indican que, con esta labor se elimina plantas de quinua que no tienen las características varietales del cultivo como; plantas enfermas y débiles de la misma variedad, plantas de quinua cultivada que no es de la variedad instalada, quinuas silvestres, se debe considerar homogeneidad en tamaño de grano, variedad, color de grano, se debe hacer antes del inicio de floración, a fin de reducir la polinización entre distintas variedades y la aparición de nuevos genotipos en la siguiente campaña (p. 104).

c. Raleo.

Calla (2012) indica que, esta labor es para obtener uniformidad en la densidad de las plantas de quinua y también para poder descartar aquellas plantas que son débiles, pequeñas dejando aquellas de óptimas condiciones para la producción, se debe tener 10 a 15 plantas por metro lineal de buena forma. Esta labor se debe realizar en la

etapa de ramificación cuando se tenga de 0,20 a 0,60 m de altura de planta, lo cual es momento adecuado (p.25).

d. Jaleo o cajoneo.

Zanabria y Mamani (2017) indican que, posterior a la siembra, se realiza el cajoneo pasando el arado andino con tracción de yunta transversalmente, dando una forma de pequeños cuadrados, como cajones, esto permite que las plantas queden atrapadas para recibir, conservar el agua de lluvia que es insuficiente en la época, y es más mantiene una adecuada densidad, se efectúa cuando las plantas tenga de 0,10 m y generalmente en terrenos arenosos, el jaleo o cajoneo es practicado por los agricultores en muchos distritos de la región (p. 68-69).

e. Aporque.

Organización Privada de Desarrollo (SOLID OPD, 2010) indica que, se practica sobre todo en valles interandinos, donde la planta desarrolla demasiado o exuberante y consiste en acumular tierra alrededor de la planta para sostener y soportar las enormes panojas que se desarrollan y evita el tumbado de las plantas por los fuertes vientos (p.28).

f. Cosecha.

Jacobsen et al., (2001) afirman que, la cosecha, al igual que la siembra depende de las condiciones climatológicas de cada zona; si se retrasa la lluvia , también se retrasa el inicio de la cosecha, sobre todo de la siega, las épocas secas, y la presencia de

sequía adelanta la maduración del grano y hace que para la cosecha de la quinua es momento, de no ser así hay riesgo de pérdida por desgrane al momento de cosecha y por la presencia de granizada y ataque de aves, los indicadores de madurez son la coloración de la planta y defoliación (p. 105).

2.2.9. Rendimiento de quinua.

Chacchi (2009) menciona que, la producción más alta lograda en escenarios óptimas de suelo, humedad, temperatura y en forma comercial está cerca de 6000 kg/ha, en promedio y con apropiados condiciones de cultivo, suelo, humedad, clima, fertilización y labores culturales, se logra rendimientos hasta 3000 kg/ha en la región altiplánica de Perú y Bolivia, con minifundio, limitada precipitación pluvial, terrenos marginales, sin fertilización, la producción promedio no pasa de 850 kg/ha, mientras que en los valles interandinos es de 1500 kg/ha (p.14).

Apaza y Delgado (2005) manifiestan que, en condiciones apropiados de cultivo (suelo, humedad, clima, abonamiento y labores culturales), en el departamento de Puno, se consiguen rendimientos promedios que oscilan de 1100 kg/ha a 5000 kg/ha (p. 68).

CARITAS del Perú (2008) indica que, el rendimiento de quinua es muy variable debido especialmente a la fertilidad del suelo, humedad, variedades y labores culturales realizadas, sean logrado promedios desde los 1500 hasta los 2000 kg/ha así mismo los reporte de rendimientos varían de los 450 kg/ha incluso hasta 5000 kg/ha, (p. 57).

CARE PERÚ (2012) manifiesta que el cultivo de quinua, genera rendimientos menos de 1000 kg/ha de grano entre los cultivos tradicionales y en condiciones de secano, lo cual viene ser un problema. Con el uso apropiado de abono orgánico se produce de 1500–2500 kg/ha, hasta 3000 kg/ha, los estudios sobre quinua al abonamiento orgánico y mineral de la quinua, revelan que existen respuestas significativas en el nitrógeno, fosforo y potasio (p. 16).

León (2003) indica que, los rendimientos son variables en función a la variedad, fertilidad, tipo de suelo, manejo del cultivo durante la campaña, factores climáticos, nivel tecnológico, control de plagas y enfermedades, se logra entre 800 kg/ha a 1400 kg/ha en buenos años. Con el uso de buen material genético se puede conseguir rendimientos hasta de 3000 kg/ha (p. 31).

Tapia y Frías (2007) indican que, los rendimientos están muy correlacionado con el nivel de fertilidad del suelo, el uso de abonos químicos, época de siembra, variedad, control de enfermedades, plagas, presencia de heladas y granizadas. Habitualmente sean logrado de 600 a 800 kg/ha de grano en cultivos tradicionales siendo el promedio comercial de 1500 - 2500 kg/ha y con la variedad Sajama sea logrado obtener hasta 3000 kg/ha, (p. 88).

2.2.10. Propiedades nutricionales de la quinua.

Salcines (2009) indica que la quinua como fuente de proteína vegetal, ayuda al desarrollo y crecimiento del organismo, conserva el calor y energía del cuerpo, es

digerible y forma una dieta completa y balanceada. Además, es un Seudocereal más completa en contenido de aminoácidos que existe en el mundo. Contiene los 20 aminoácidos y los 10 esenciales, como la lisina, que es muy importante para el desarrollo de las células del cerebro, los modos de aprendizaje, memorización, raciocinio, crecimiento y desarrollo físico, posee 40 % más lisina que la leche (considerada todavía como el alimento ejemplar de la humanidad), calificado como el súper Seudocereal. No contiene colesterol ni gluten. Así mismo, contiene minerales y vitaminas naturales, principalmente A, C, D, B1, B2, B6, ácido fólico (vitamina del complejo B), niacina, calcio, hierro y fósforo, en porcentajes altos que aseguran la IDR (ingestión diaria recomendada). Es reconocida como uno de los provisiones de origen vegetal más nutritivos y completos (p. 17).

FAO (2011) acota que, el contenido de proteína de la quinua varía entre 13,81 a 21,9 % dependiendo de la variedad. Debido al elevado contenido de aminoácidos esenciales de su proteína, la quinua se considera como el único alimento del reino vegetal que posee todos los aminoácidos esenciales, que se hallan considerablemente cerca de los estándares de nutrición humana determinados por la FAO, el balance de los aminoácidos fundamentales de la proteína de la quinua supera al trigo, cebada y soya, comparándose apropiado con la proteína de la leche (p. 7).

Tabla 1.

Composición del valor nutritivo de la quinua en comparación con alimentos básicos (%).

Componente (%)	Quinua	Carne	Huevo	Queso	Leche vacuna	Leche humana
Proteínas	13,00	30,00	14,00	18,00	3,50	1,80
Grasas	6,10	50,00	3,20		3,50	3,50
Hidratos de carbono	71,00					

Azúcar					4,70	7,50
Hierro	5,20	2,20	3,20		2,50	
Calorías 100 g	350	431	200	24	60	80

Fuente: FAO (2011)

2.2.11. Plagas de la quinua.

2.2.11.1. *Insectos plaga.*

León (2003) indica que, las pérdidas que ocasionan los insectos son alrededor del 35 % de la producción y productividad de la quinua, afecta directamente cortando plantas tiernas, masticando, defoliando hojas, picando-raspando, chupando la savia, minando hojas, lo cual ocasiona daños, pérdidas en panojas y granos, asimismo, indirectamente las heridas inducidas por el daño del insecto es un medio de infección por microorganismos y producen enfermedades, la plaga insecto clave es “kcona kcona” (p. 32).

Zanabria y Banegas (1997) afirman que, entre la plaga claves se cita a la “kcona kcona” *Eurysacca melanocampta* Meyrick, el complejo grupo de “ticonas” *Copitarsia turbata* H.S., en menor medida *Heliothis* (*Helicoyerpa*) *Titicacae*, *Harduvick* y *Spodoptera* sp. Estas plagas afectan a la quinua durante todo su periodo vegetativo, produce daños múltiples, existen también plagas potenciales u ocasionales que afectan en menor escala (p. 140).

2.2.11.2. *Kcona Kcona E. melanocampta Meyrick y E. quinoae povolny.*

Según Zanabria y Mamani (2017) indica que al estado larval se denomina “kcona kcona”, además es conocida como “polilla de la quinua”, en el Perú están presentes

las dos especies y distribuidos en todo el área andina, tanto por su intensidad como por su continuidad, producen pérdidas entre 18 a 30 % de la producción, en esta zona la población de *E. quinoa* es de 98 % y *E. melanocampa* en 2 %. La morfología del insecto es como se puede describir:

- **Adultos:** son polillas pequeñas, de aproximadamente 9 mm de longitud y con una expansión alar de 15 a 16 mm, de color gris parduzco a amarillo pajizo. El macho se distingue de la hembra por ser más pequeño de color más claro y la presencia del aedeagus en forma notoria, los adultos son de actividad crepuscular y nocturna, el estado de adulto dura 21-35 días.

- **Huevos:** son pequeños de forma ovoide, superficie lisa, de 0,4 a 0,5 mm de longitud de color blanco cremoso y consecutivamente blanco cenizo próximo a la eclosión, los huevos son depositados en grupo de 30-40, una hembra puede ovopositar un promedio de 200 huevos, en las inflorescencias, en el haz de las hojas, en las axilas foliares y en los brotes, el periodo de huevo dura siete a 12 días.

- **Larvas:** son de forma eruciforme y posee cinco pares de patas abdominales, cuerpo cilíndrico y alargados, color variable, blanco cremoso recién emergida y amarillo verdosa, marrón oscuro con manchas oscuras a rosadas, dando el aspecto de bandas, se hallan cubiertos de finos pelos en hileras dorsales y laterales, las larvas recién eclosionadas miden 0,85 mm de longitud y en el V estadio larval hasta 11,5 mm de longitud, el periodo larval dura 27-36 días.

- **Pupas:** son momificadas de forma elíptica, color marrón claro a bruno de 6 a 8 mm de longitud, empupan en el suelo; el periodo pupal es de 20 a 28 días promedio. En cuanto a la biología y conducta, en los ambientes del altiplano Peruano, el ciclo

biológico dura cerca de 75-80 días logrando presentarse dos a tres generaciones por año dependiendo de los escenarios ambientales (p. 71-72).

2.2.11.3. Aves plagas.

León (2003) afirma que, estas atacan a las plantas, en las últimas fases fenológicas, principalmente cuando el grano está en estado lechoso, pastoso o en plena madurez fisiológica; ocasionando el desprendimiento del grano de la panoja, este ataque es más evidente en las variedades dulces, el nivel de daño puede alcanzar entre 30 a 40 % de la producción, entre estas citamos a las palomas y los pájaros, el mayor daño lo causa las palomas, estas poseen gran capacidad de dispersión solitaria o gregaria en búsqueda de su alimento (p.34).

2.2.12. Enfermedades de la quinua.

Según Zanabria y Banegas (1997) indican que la enfermedad más importante es el “Mildiu” el agente causal es el hongo *Peronospora farinosa* (Fr.); está distribuido en el Perú, Bolivia, Ecuador y otros. Muestra un admirable hábito para su desarrollo y propagación en los escenarios ambientales con una humedad relativa y temperaturas baja. Además en el altiplano se han registrado a la “mancha foliar” (*Ascochyta hyalospora*); “mancha bacteriana” (*Pseudomonas sp*), “podredumbre marrón del tallo” (*Phoma exigua*), “mancha ojival del tallo” (*Phoma sp*), que son poco frecuente (p. 47).

2.2.12.1. Mildiu (*Peronospora farinosa*) y (*Peronospora variabilis*).

Según Zanabria y Mamani (2017) mencionan que, es la enfermedad clave de la quinua, que afecta primordialmente el follaje y puede producir una reducción considerable en el rendimiento no obstante la enfermedad es muy conocida y ha sido ensayada por muchos años existen varios aspectos de la enfermedad y de la acción hospedante-patógeno que aún no son conocidos y requieren ser estudiados. Así mismo señala que la enfermedad embiste a hojas, ramas, tallos e inflorescencias o panojas de la quinua. Cuando las variedades son susceptibles y la afectación es severo se ve una torsión de los tejidos afectados y las hojas exponen depresión pronunciadas se parece a ampollas pálidas o coloreadas (p.72-73).

2.2.13. Abonamiento orgánico.

Mujica et al. (2013) indican que, la aplicación de materia orgánica debe realizarse junto con la preparación de suelos de tal manera que pueda descomponerse y estar utilizable para el cultivo. Además esto facilita la retención del agua, mejora la estructura y textura del suelo, proporciona la aireación del suelo, fomenta la acción de la flora microbiana y humificación rápida. Se debe aplicar de 8000 a 10 000 kg/ha de estiércol de origen bovino y ovino, 6000 kg/ha de gallinaza, 5000 kg/ha de compost, 2000 kg/ha de humus de lombriz, así mismo se pueden emplear a razón de 300 gramos por sitio cuando el cultivo se siembra por golpes (p. 46).

Según SOLID OPD (2010) menciona la formulación de 80-40-00 de NPK para quinua en la región Puno y en la costa, donde hay deficiencia de materia orgánica y baja fertilidad en los suelos arenosos, se encomienda utilizar la formulación de 240-200-80 de NPK (p.21).

Calla (2012) indica que, el abonamiento, es muy importante dentro de la producción de quinua orgánica, porque incrementa los rendimientos, no contamina el medio ambiente, mientras el uso de fertilizantes químicos ocasiona contaminación en el suelo, agua y aire de manera irreversible (p. 4).

Sagarpa (2007) indica que el uso de fertilizantes químicos es un problema común en la agricultura, el exceso de ello y la falta de otros nutrientes limitan los rendimientos y causan problemas del medio ambiente alterando los recursos naturales (p. 2).

González et al. (2005) afirman que, con la práctica de agricultura convencional se contamina el suelo, agua y aire, porque se usa agroquímicos, lo cual mata la flora y fauna benéfica del suelo. El uso de insumos orgánicos en la agricultura, es una regla moderna ambientalmente sostenible (p, 30).

Pérez y Landeros (2009) indican que, el uso de fertilizantes químicos en los cultivos hace que el suelo sufra el agotamiento rápido de materia orgánica y desbalance nutricional que en el futuro pierda su fertilidad y capacidad productiva (p. 21).

2.2.13.1. Guano de islas.

Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural (AGRORURAL, 2011) indican que, el guano de las islas es un fertilizante natural terminado, producido por la acumulación de los excrementos de las aves guaneras principalmente por “Guanay”, *Phalacrocorax bouganivilli* Lesson, “Piquero”; *Sula variegata* Tsudi, “Pelicano Peruano”; *Pelicanus thagus*, ideal para el buen crecimiento, desarrollo y rendimiento

del cultivo, se produce en 22 islas y nueve puntas en un área total de 2874 hectáreas, la descomposición produce los microorganismos como las bacterias, hongos y otros, contiene materia orgánica, proteína, vitaminas, aminoácidos y grasa (p. 3).

Tabla 2

Composición de nutrientes de Guano de isla

Elementos	Formula	Concentración	Elemento	Formula	Concentración
Nitrógeno	N	10-14 %	Hierro	Fe	600 ppm
Fosforo	P ₂ O ₅	10-12 %	Zinc	Zn	170 ppm
Potasio	K ₂ O	2-3 %	Cobre	Cu	20 ppm
Calcio	CaO	10 %	Manganeso	Mn	48 ppm
Magnesio	MgO	0,80 %	Boro	B	187 ppm
Azufre	S	1,50 %	Molibdeno	Mo	76 ppm

Fuente: AGRORURAL (2011)

Tabla 3

Composición de nutrientes en una TM de guano de isla

Nutrientes		Contenido kg/ TM	
Nitrógeno	N	120-140	Kg
Fosforo	P ₂ O ₅	100-120	Kg
Potasio	K ₂ O	20-30	Kg
Calcio	CaO	70-80	Kg
Magnesio	MgO	5-15	Kg
Azufre	S	16	Kg
Hierro	Fe	320	Gr
Zinc	Zn	20	Gr
Cobre	Cu	240	Gr
Manganeso	Mn	200	Gr
Boro	B	160	Gr
Flora microbiana	Microorganismos		

Fuente: AGRORURAL (2011)

a. Propiedades del guano de isla.

Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural (AGRORURAL, 2011) manifiesta que es un fertilizante natural y completo, producto ecológico no afecta al medio ambiente, es biodegradable, mejorador del suelo, aumenta la capacidad de

intercambio catiónico (C.I.C.), favorece la absorción y retención del agua, favorece la actividad microbiana, incrementa la población de bacterias benéficas del suelo, lo cual concede al suelo la propiedad de “organismo viviente”. Es soluble en agua, de fácil aprovechamiento por las plantas (fracción mineralizada), tiene propiedades de sinergismo; en nitrógeno contiene 35 % de nitrógeno disponible, 33 % nitrógeno amoniacal, 2 % nitrógeno nítrico y 65 % de nitrógeno orgánico; en fósforo contiene 44 % de fósforo orgánico y 56 % de fósforo disponible, existe un solo tipo de guano de isla “guano de las islas natural” procesadas y envasadas de manera 100 % artesanal (p. 4).

b. Tipos de guano de isla en el comercio.

Arango (2014) indica que en el Perú, contamos con dos tipos de guano de isla, los cuales son naturales que distribuye AGROURAL, en todo el país, que varía en el contenido de elementos como; guano de exportación y guano agricultura nacional. En cuanto al contenido elementos como el calcio, magnesio, micro elementó, materia orgánica y constitución orgánica, son similares en ambas fórmulas (p. 29).

2.3. Definición de términos

2.3.1. Agricultura orgánica.

La agricultura orgánica es un sistema integral de gestión de la producción que cuida el ecosistema agrícola, protege la biodiversidad, ciclos biológicos y actividad biológica del suelo, se practica métodos culturales, biológicos y mecánicos, se prohíbe el uso de agroquímicos (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2012 p. 77).

2.3.2. Factores de la producción.

Son los que interceden en el proceso de producción y son la causa de la transformación de los recursos productivos como: trabajo, capital, tierra y organización; como contraprestación les pertenecen salarios, intereses, renta y beneficios, proporcionalmente (Simposio Internacional del Agro [SIAGRO], 2006).

2.3.3. Fenología.

Parte de la meteorología agrícola que estudia los fenómenos periódicos visibles de los seres vivos y su relación e influencia con las condiciones ambientales, *fenología vegetal y fenología animal* (Apaza y Delgado, 2005, p. 35).

2.3.4. Producción.

Es el rendimiento de un determinado producto por un cultivo en una determinada zona. Cantidad de producto primario, obtenida mediante el uso de recursos como; tierra, mano de obra, capital y tecnología, mediante la siembra de cultivos, (SIAGRO, 2006, p. 102).

2.3.5. Productividad.

Es la máxima producción de un determinado cultivo por área, expresado en kg/ha (SIAGRO, 2006, p. 102).

2.3.6. Rentabilidad.

Mide la rentabilidad de los recursos contribuidos por el productor, se obtiene dividiendo la utilidad neta entre el costo total del cultivo, multiplicado por cien (Sapag, 2007, p. 33).

2.3.7. Variedad.

Son las variaciones de las especies que tienen una distribución geográfica particular, en la cual participa el genotipo (genes), fenotipo (caracteres visibles) (Apaza y Delgado, 2005, p. 33).

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1. Tipo de la investigación

La investigación es experimental, porque se ha manipulado las variables independientes dosis de guano de isla y variedades de quinua, el cual nos dio las respuestas a las variables dependientes.

3.2. Diseño de la investigación

El diseño experimental empleado fue el diseño de bloque completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial de 4 x 4; cuatro dosis de guano de isla y de cuatro variedades de quinua, con un total de 16 tratamientos conducidos bajo tres bloques, y 48 unidades experimentales.

3.2.1. Análisis estadístico.

El método empleado para la investigación, se determinó mediante el análisis de varianza (ANVA), para los parámetros a evaluar como son: altura de la planta a floración; altura de la planta a la madurez fisiológica, longitud de panoja a la madurez fisiológica; diámetro de panoja a madurez fisiológica, y rendimiento por hectárea. El modelo estadístico, para este diseño estadístico fue el siguiente (López, 2004):

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \varepsilon_{ijk} \dots \dots \dots [\text{Ecuación 1}]$$

$$i = 1, 2, \dots, a$$

$$j = 1, 2, \dots, b$$

$$k = 1, 2, \dots, r$$

Siendo:

Y_{ijk} = Variable de respuesta observada o medida en la ijk - ésima unidad experimental

μ = Media general

α_i = Efecto del i - ésimo nivel del factor "A"

β_j = Efecto del j - ésimo nivel del factor "B"

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i - ésimo nivel del factor "A" y el j - ésimo nivel del factor "B"

γ_k = Efecto del k - ésimo bloque

ε_{ijk} = Error experimental asociado a la ijk - ésima unidad experimental.

Tabla 4

Análisis de varianza para un experimento de dos factores en estudio

Fuente de variación	Grados de libertad	
Bloques	$r - 1$	$3 - 1 = 2$
A	$a - 1$	$4 - 1 = 3$
B	$b - 1$	$4 - 1 = 3$
AB	$(a - 1)(b - 1)$	$3 \times 3 = 9$
Error	$ab - 1(r - 1)$	$4 \times 4 - 1(3 - 1) = 30$
Total	$abr - 1$	$4 \times 4 \times 3 - 1 = 47$

Fuente: López, 2004

3.2.2. Prueba de significancia.

Se realizó la prueba de comparación de significación de Tukey, porque es más estricta en su clasificación, para los factores en estudio y la interacción si hubiera significancia estadística.

3.2.3 Ubicación de campo experimental.

El experimento se llevó a cabo en el lugar denominado sector Huertas, del distrito de Cabanillas, provincia de San Román, departamento de Puno, ubicado en la región natural Suní entre las coordenadas geográficas 15° 41' 2,4'' de latitud sur y 70° 23' 2,5'' de longitud oeste y a una altura de 3916 msnm.

3.2.4. Historial del campo experimental.

Los cultivos que antecedieron en el terreno donde se realizó la investigación son; Alfalfa 2016 instalación de hace 10 años atrás, papa 2016-2017 una campaña, cultivo de quinua 2017-2018 (trabajo de investigación).

3.2.5. Análisis de suelo.

Para esto primero se realizó el muestreo de suelo a una profundidad de 30 cm cuya muestra fue enviado y analizado en el laboratorio de suelos de INIA-Salcedo, obteniéndose el siguiente resultado:

Tabla 5

Análisis de fertilidad e interpretación de resultados

N°	Cod. Lab.	Cod. Usuario	Análisis mecánico				CO ₃ Ca
			Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura %	
1	304 A5	UI UJC	62	11	27	FA	0,00

N°	N %	P (ppm)	K (ppm)	Suelo: Agua 1:2.5		M.O. %	Al (meq/100 gr)
				pH	C.E. mmhos/cm		
1	0,05	7,77	140	6,66	0,232	1,93	0,00

Textura	N	P	K	M.O.	pH	CE
FA	Bajo	Medio	Medio	bajo	Neutro	Ligeramente salino

Fuente: Elaboración e interpretación con datos de Laboratorio de suelos INIA-Puno (2017)

En la tabla 5, se observa el resultado del análisis de fertilidad del suelo experimental, cuya interpretación señala, que es un suelo de textura franco arena, bajo en nitrógeno, medio en fosforo, medio en potasio, bajo en materia orgánica, pH neutro, con una conductividad eléctrica ligeramente salino.

Tabla 6

Nutrientes ofertados por el suelo y aportados por el guano de isla

Dosis kg guano de isla	Origen de nutrientes	N (kg)	P ₂ O ₅ (kg)	K ₂ O (kg)
A0 = 00 (Testigo)	Formulación para quinua	80	40	00
	Oferta del suelo	30	2,70	25,20
	Déficit	50,00	37,30	-25,20
A1 = 1000	Oferta del suelo	30	2,70	25,20
	Aporte guano de isla	100	100	20,00
	Total	130	103	45
A2 = 1500	Oferta del suelo	30	2,70	25,20
	Aporte de guano de isla	150	150	30,00
	Total	180	153	55
A3 = 2000	Oferta del suelo	30	2,70	25,20
	Aporte de guano de isla	200	200	40,00
	Total	230	203	65

En la tabla 6 se observa la condición del suelo, bajo la cual se realizó la investigación en la cual se aprecia el contenido de los nutrientes ofertados por el suelo y los nutrientes aportados por el uso de guano de isla a diferentes dosis, en la cual se observa que A0= 00 testigo, solamente tiene 30-2,7-25 NPK ofertados por el suelo, con un déficit de 50-37- de N y P; A1=1000 kg, tiene un total de 130-103-45 de NPK ofertados por el suelo y aportados por el guano de isla; A2=1500 kg tiene un total de 180-153-55 de NPK ofertado por el suelo y aportado por el guano de isla; A3=2000 kg tiene un total de 230-203-65 de NPK ofertado por el suelo y aportado por el uso

de guano de isla, cálculo realizado para una hectárea y su equivalente a una unidad experimental de 6 m².

3.2.6. Condiciones climáticas y meteorológicas.

Presenta las características propias del departamento de Puno, con altos riesgos; debido a causa del cambio climático, donde se presentan una serie de factores adversos tales como la presencia de sequias, heladas, vientos, granizada, en las etapas críticas de diferentes fases fenológicas. Pese a estas condiciones adversas del clima, la planta o el cultivo de quinua muestra una resiliencia buena para prosperar y seguir produciendo. El experimento se llevó a cabo bajo las condiciones de precipitación pluvial acumulada de 859,1 mm, sin el uso de riego como todo en el altiplano.

En la tabla 7 se muestra los datos del fenómeno hidrometeorológicos obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) Puno, correspondientes a los meses de setiembre 2017 a abril 2018 que duro la campaña agrícola o periodo vegetativo del cultivo de quinua, objeto del presente trabajo de investigación.

Tabla 7

Promedio de precipitaciones, temperatura y humedad relativa registrada mensual durante el experimento

Descripción	Año 2017				Año 2018			
	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.
Precipitación (mm)	43,90	68,50	79,20	143,80	157	139,50	183,50	43,70
Humedad relativa (%)	73	70	68	78	79	80	64	56
Temperatura máx. (°C)	17,40	18,80	19,70	18,30	16,70	16,0	16,60	17,20

Temperatura min. (°C)	1,70	2,50	3,30	3,10	3,10	3,40	5,30	1,90
-----------------------	------	------	------	------	------	------	------	------

Fuente: Elaboración propia con datos de SENAHMI (2017-2018)

3.2.7. Material experimental.

Como material experimental se utilizó las variedades de quinua; INIA 420 Negra de Collana, INIA 415 Pasankalla, Illpa INIA, Salcedo INIA. Cuyas semillas son de procedencia de INIA-Puno, el cual fue sometido a combinación y obtener los 16 tratamientos, con cuatro dosis de guano de isla, adquirido de Agrorural.

3.2.8. Factores en estudio.

3.2.8.1. Guano de Isla.

La dosis de aplicación del guano de isla fue de la siguiente forma: A0 es 00 kg/ha como testigo; A1: 1000 kg/ha, que equivale a 0,1 kg/m² o 100g/m²; A2: 1500 kg/ha que equivale a 0,15 kg/m² o 150 g/m²; A3; 2000 kg/ha que equivale a 0,2 kg/m² o 200g/m²; la aplicación del guano de isla a las unidades experimentales se realizó en el momento de la preparación del terreno.

3.2.8.2. Variedades de quinua.

B1=INIA 420 Negra de Collana, B2=INIA 415 Pasankalla, B3= Illpa INIA, y B4 = Salcedo INIA

En la tabla 8, se puede observar los 16 tratamientos combinados.

Tabla 8

Combinación de los tratamientos en estudio

Nº de tratamiento	Dosis de guano de isla	Variedad de quinua	Código de Tratamiento
T1	A0 = 00 kg/ha (Testigo)	B1=INIA 420 Negra de Collana	A0B1

T2	A1= 1000 kg/ha	B1 =INIA 420 Negra de Collana	A1B1
T3	A2= 1500 kg/ha	B1 = INIA 420 Negra de Collana	A2B1
T4	A3= 2000 kg/ha	B1 = INIA 420 Negra de Collana	A3B1
T5	A0 = 00 kg/ha (Testigo)	B2 = INIA 415 Pasankalla	A0B2
T6	A1= 1000 kg/ha	B2 = INIA 415 Pasankalla	A1B2
T7	A2= 1500 kg/ha	B2 = INIA 415 Pasankalla	A2B2
T8	A3= 2000 kg/ha	B2 = INIA 415 Pasankalla	A3B2
T9	A0 = 00 kg/ha (Testigo)	B3 = Illpa INIA	A0B3
T10	A1= 1000 kg/ha	B3 = Illpa INIA	A1B3
T11	A2= 1500 kg/ha	B3 = Illpa INIA	A2B3
T12	A3= 2000 kg/ha	B3 = Illpa INIA	A3B3
T13	A0 = 00 kg/ha (Testigo)	B4 = Salcedo INIA	A0B4
T14	A1= 1000 kg/ha	B4 = Salcedo INIA	A1B4
T15	A2= 1500 kg/ha	B4 = Salcedo INIA	A2B4
T16	A3= 2000 kg/ha	B4 = Salcedo INIA	A3B4

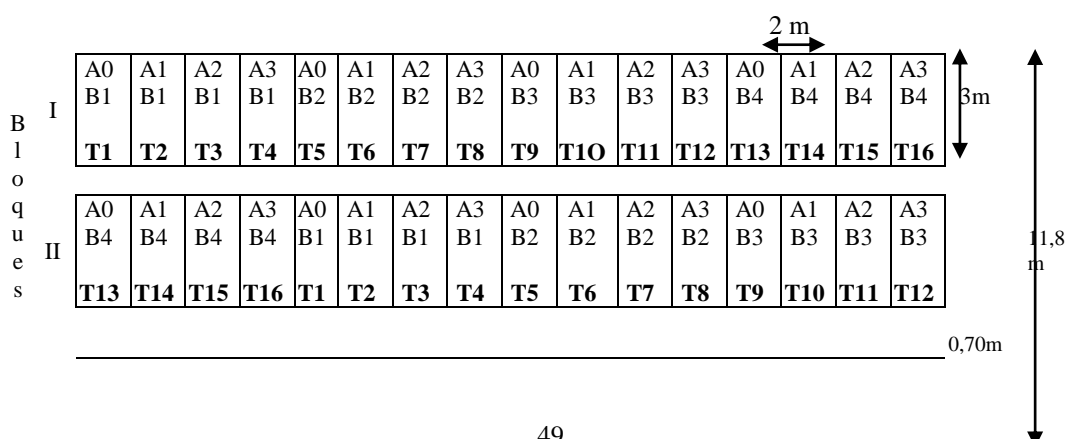
3.2.9. Características del campo experimental

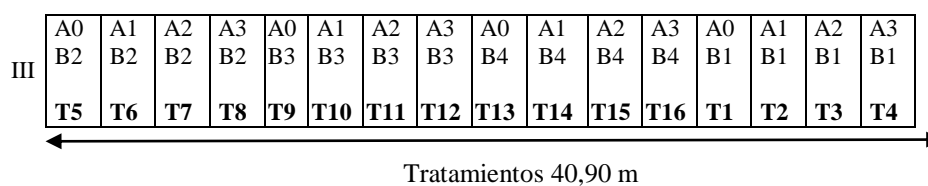
Tabla 9

Medidas del campo experimental

Especificaciones		Unidad de medida
Unidad experimental	N° unidad experimental	48
	Largo y ancho	3 x 2
	Área	6,00 m ²
	N° surco/U.E.	5,00
Bloque	Ancho neto	9 m
	Largo neto	32 m
Distancia	Entre bloques	0,70 m
	Entre tratamientos	0,50 m
	Entre surcos	0,40 m
Área experimental	Área bruto	482,62 m ²
	Área neto	288 m ²

3.2.9.1. Aleatorización de tratamientos en el campo experimental.





3.3. Población y muestra

La población o universo está representado por investigación 8640 plantas; población por bloque 2880 plantas; población por unidad experimental 180 plantas mientras que la muestra está representada por investigación 480 plantas; por bloque 160 plantas y por unidad experimental 10 plantas obtenidas de los tres surcos centrales de cada unidad experimental; con una estimación de 300 000 plantas por hectárea.

3.4. Descripción de instrumentos para recolección de datos

Se utilizó la técnica de observación directa de las unidades experimentales, como la población, muestra e individuo (portador de la información o variables). Los instrumentos utilizados para recolectar los datos son; cuaderno de campo, bolígrafo, plumón indeleble, flexo metro, balanza digital gramera marca Valtox con una capacidad de 7000 g x 1g, equipo de cómputo, cámara fotográfica, material de escritorio, bolsas de plástico, sacos polipropileno y servicio de terceros para el análisis de suelo.

3.4.1. Conducción del experimento.

El experimento se condujo con una tecnología media y agricultura orgánica, considerando el calendario agrícola del cultivo de quinua sujeto a las primeras lluvias en los meses de agosto-setiembre, las evaluaciones se hizo de acuerdo a lo programado en cada estado fenológicos y la obtención de datos de cada variable.

3.4.2. Preparación del terreno.

3.4.2.1. Roturación y rastrado.

Se inició con la limpieza de las parcelas, lo cual debe de estar libre de piedras y rastrojos, posteriormente se procedió con la roturación, rastrado y nivelación de campo con maquinaria agrícola, previo a la preparación, se realizó el muestreo de suelo del campo experimental, para su respectivo análisis de fertilidad y caracterización del suelo.

3.4.2.2. Medición o trazado y marcado del campo experimental.

Para realizar este trabajo se utilizó una wincha de 50 metros, definiendo los puntos fijos con la colocación de estacas de madera, principalmente para definir los tres bloques, espacios entre bloques, entre parcelas o unidades experimentales, los cuales se marcaron utilizando un cordel de albañil y yeso.

3.4.2.3. Aplicación de guano de isla.

Una vez marcado y determinado las parcelas o unidades experimentales, se procedió con la aplicación del abono orgánico que es guano de isla, de acuerdo a la combinación de los 16 tratamientos en estudio y los tres bloques, la aplicación fue al voleo por metro cuadrado, parcela y su equivalencia por hectárea. La dosificación fue de la siguiente forma: A0 es 00 kg/ha como testigo; A1: 1000 kg/ha, 0,1 kg/m² y 0,6 kg/6 m²; A2: 1500 kg/ha, 0,15 kg/m² y 0,90 kg/6 m²; A3; 2000 kg/ha y 0,2 kg/m² 1,20 kg/6 m².

3.4.2.4. Remoción del suelo.

Una vez aplicado el guano de isla, utilizando una pala se procedió a la remoción ligera del suelo, de manera independientemente cada parcela o unidad experimental con la finalidad de dejar una mezcla uniforme del sustrato y dejar listo para la apertura de los surcos.

3.4.2.5. Surcado.

Para la instalación o siembra del cultivo en las unidades experimentales, se procedió con la apertura de los surcos a un distanciamiento de 0,40 m y a una profundidad de 0,20 a 0,25 m, obteniendo cinco surcos por parcela, utilizando un pico. La siembra en surco es una de las mejores formas que es practicado frecuentemente por los agricultores del distrito de Cabanillas y la región Puno.

3.4.3. Siembra y tapado.

La siembra se realizó manualmente derramando las semillas a chorro continuo en el fondo de los surcos a una densidad de 0,0072 kg de semilla de quinua de las variedades; B1= INIA 420, B2= INIA 415, Illpa INIA, Salcedo INIA, por cada parcelas de 6 m², teniendo un total de 48 parcelas, para la densidad se tomó en cuenta la densidad equivalente de 12 kg/ha, posterior a la siembra se procedió con el tapado manual utilizando una rama de un árbol, la cual se arrastra por cada parcela. La misma se realizó el 29 de octubre del 2017, en el momento de la siembra en el suelo se observa escasa humedad es decir seco que influirá en el tiempo de la germinación de las semillas.

3.4.3.1. Evaluación de emergencia, crecimiento y desarrollo.

A los 10 días se hizo una primera evaluación de emergencia en la misma no se observó la emergencia de las plántulas. Durante los días 12, 13 y 14 de noviembre después de la siembra se presentan lluvias de moderada intensidad y el día 15 de noviembre se hace una segunda evaluación en la cual se observa el inicio de emergencia de las plántulas en un total de 9 plántulas/surco y un total de 45 plántulas/parcela.

La tercera evaluación se hizo el día 20 de noviembre en la cual se observa 126 a 144 plántulas equivalente a 70 a 80 % de emergencia de plántulas. Con respecto a la intensidad del crecimiento de las plantas, durante la investigación sea observado que a partir de la fase fenológica de ramificación, la planta acelera ostensiblemente su crecimiento y desarrollo con una serie de cambios en la arquitectura de la planta (alargamiento y engrosamiento del tallo, mayor densidad de hojas, mayor tamaño, coloración intensa) obteniéndose datos promedios de intensidad de crecimiento de 1 cm por día, hasta la etapa de floración, a partir de esto disminuye notablemente hasta la etapa de grano acuoso.

3.4.4. Labores culturales.

3.4.4.1. Deshierbo y desahijé o raleo.

Durante la investigación el deshierbo se realizó en forma manual, arrancando o eliminando las malezas desde la raíz, las malezas que se presentaron en las unidades experimentales son; el “Amor seco” (*Bidens pilosa*), “Cebadilla” (*Bromus unioloides*), “Auja-auja” (*Erodium cicutarium*), “Bolsa de pastor” (*Capsella bursa pastoris*), “Ayaras” (*Chenopodium petiolare* Kunth, *Chenopodium hircinum* Schrad, *Chenopodium carnosolun* y *Chenopodium quinoa ssp. Melanospernum*), los cuales

de manera habitual aparecen y se desarrollan dentro de los cultivos de quinua y se confunde fácilmente con la quinua cultivada por la apariencia, coloración y forma, distinguiéndose solo por el color de grano negro que permanece envueltas en su perigonio. Paralelo al deshierbo se realizó el desahijé o raleo, lo cual consiste en eliminar las plantas de quinuas más pequeñas y débiles y se logró establecer 12 plantas por metro lineal y 36 plantas por 3 m lineales, multiplicados por cinco surcos hacen un total de 180 plantas por 6 m² o parcela y un equivalente de 300 000 plantas por hectárea.

3.4.4.2. Aporque.

Se hizo manualmente utilizando un pico, lo cual consiste en acumular tierra alrededor de las plantas de la quinua y permite la fijación sólida de las raíces, sosteniendo así las partes aérea de la planta y evita la caída de un conjunto de plantas más grandes o más desarrolladas, se realizó a los 50 días después de la emergencia. Esta labor no se practica en esta zona de Cabanillas, en vez de esto se hace el jaleo o cajoneo.

3.4.5. Principales plagas y enfermedades.

Entre las plagas tanto insectos, aves plagas, enfermedades causados por microorganismo, daños causados por factores ambientales que afectó al cultivo de quinua y que se presentaron durante la conducción del experimento o trabajo de investigación fueron:

3.4.5.1. *Kcona kcona* (*Eurysaca melanocampta*) y (*Eurysaca quinoae* povolny).

Durante el experimento se observó la presencia de cuatro-cinco larvas de “Kcona kcona” en cinco plantas de T14 del bloque I, cuatro larvas en cuatro plantas

de T15 del bloque I y cinco larvas en cinco plantas de T16 del bloque I, por lo que su control se hizo manualmente, mediante el recojo de las larvas en un recipiente con agua de jabón, para esto se sacude a cada planta o a un grupo de plantas, con esto se provoca la caída de las larvas hacia abajo mediante sus hilos lo que esto debe ser recepcionado en un recipiente con agua de jabón.

3.4.5.2. Mildiu (*Peronospora farinosa*) y (*Peonospora variabilis*).

Durante la conducción del experimento se observó la presencia de esta enfermedad en forma aislada en cuatro plantas del bloque III y T12 observándose manchas pequeñas en las hojas inferiores de la planta, de forma irregular y va creciendo a medida que la enfermedad desarrolla, lográndose controlar manualmente eliminando las hojas infectadas en una bolsa de plástico posteriormente fue incinerado.

3.4.5.3. Aves plagas.

Durante la conducción de la investigación se han presentado las siguientes aves que se consideran plagas en la región, porque causan daños y pérdidas económicas a los agricultores, como; “Gorrión andino” o “Pichitanca” (*Zonotrichia capensis* Muller), “Zorzal” (*Turdus chiguanco*), “lorito serrano” (*Psilopsiagon aurifrons*) y el complejo grupo de palomas como; “Torcaza” (*Patagioenas maculosa* Temmink), “jurcuto” (*Zenaida auriculata* Des Murs), “Paloma mensajera o extranjera” (*Columba Livia* Gmelin), el mayor causante de daños es este último, se presenta en los cultivos de 5:30 a 8:00 am, 11:00 a 1:00 y 3:00 a 5:00 pm; estos viven en las ciudades y migran en bandadas en busca de alimentos a los campos agrícolas, todo ello se logró controlar colocando banderines de plástico de colores claros.

3.4.5.4. Granizada.

Los cambios bruscos del clima es muy frecuente en la zona de Cabanillas y el departamento de Puno, y es uno de los factores o peligros que limita y afecta los medios de vida de los agricultores, como es el rendimiento de la quinua, una de ellos es la presencia de la granizada durante las diferentes fases fenológicas.

Durante la investigación sea presentado la granizada de 10-12 mm de diámetro, con una duración de 10-12 minutos y en la fase fenológica de ramificación en la cual ha ocasionado daños principalmente en las hojas destruyendo en un 70 % de la lámina de la hoja de las plantas, tallos, como se puede apreciar en el apéndice C y figura 19, pero esto logro recuperar su condición normal a los 12-15 días. En la misma sea observado que las variedades blancas como Illpa INIA y Salcedo INIA son las que sufrieron mayores daños esto indica que son susceptibles para la granizada, mientras que en las variedades de color como INIA 415 e INIA 420, los daños fueron menores, esto indica que son más resistentes a la granizada puesto que las láminas de las hojas permanecieron casi intactas y emitieron un rebrote mucho más rápido.

3.4.6. Cosecha.

La cosecha se realizó de acuerdo a la madurez fisiológica de cada una de las cuatro variedades empleados en el experimento, el madurez fisiológico varió desde 140 días hasta 165 días, iniciando primero con la variedad INIA 420, Illpa-INIA 155 días, Salcedo INIA 160 días y finalmente la variedad INIA 415 logro llegar a la madurez fisiológica a los 165 días de la emergencia de la plántula. Una vez evaluado

la madurez fisiológica previa a la obtención de datos de las 10 plantas representativas o muestras, de los surcos centrales de cada unidad experimental, la altura de planta a la madurez fisiológica, longitud de panoja a la madurez fisiológica, diámetro de panoja, se procedió a cosechar cada panoja, se realizó el trillado, el venteo, zarandeo, embolsado y pesado de las muestras de grano individualmente.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados se presentaran en base a los objetivos del presente estudio, la base de datos y los resultados del análisis estadístico.

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Altura de la planta a la floración.

En la tabla 10, se observa el análisis de varianza para altura de planta a la floración, en donde se observa que para los bloques no existe una diferencia estadística significativa, lo cual indica que entre los bloques existe homogeneidad en altura de planta a la floración. Para dosis de guano de isla (G) existe diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que todas las dosis o al menos una es diferente en altura de planta a la floración; para variedades de quinua (V), existe una diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que entre todas las variedades o al menos una variedad es diferente en altura de planta a la floración. Para la interacción G x V, existe diferencia estadística significativa, lo cual indica que los factores actúan de forma dependiente sobre altura de planta a la floración. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 6,76 %, nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

Tabla 10

Análisis de varianza para altura de planta a la floración

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0,05	Ft 0,01	SIG.
Bloques	2	216,16667	108,08333	2,75	3,32	5,39	n.s.
Dosis de guano de isla (G)	3	1 7318,72917	5 772,90972	146,71	2,92	4,51	**
Variedades de quinua (V)	3	1 501,06250	500,35417	12,72	2,92	4,51	**

G x V	9	849,02083	94,33565	2,40	2,21	3,07	*
Error	30	1 180,50000	39,35000				
Total	47	21 065,47917					

Nota: CV=6,76 %; \bar{X} = 92,73 cm; **=Altamente significativo; *= Significativo; n.s= No significativo

En la tabla 11, se observa la prueba de Tukey para factor dosis de guano de isla (G), en donde se observa que la dosis de 2000 kg/ha tuvo mayor respuesta en altura de planta con 119,92 cm, el cual es estadísticamente diferente a las demás dosis, seguido de la dosis de 1500 kg/ha con 98,08 cm, la dosis de 1000 kg/ha tuvo 85,00 cm, por último la dosis de 00 kg/ha tuvo menor altura de planta con 67,92 cm.

Tabla 11

Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para factor dosis de guano de isla en altura de planta a la floración

Orden de mérito	Dosis de guano de isla	Promedio de altura de planta (cm)	$P \leq 0.05$
1	A3= 2000 kg/ha	119,92	a
2	A2= 1500 kg/ha	98,08	b
3	A1= 1000 kg/ha	85,00	c
4	A0 = 00 kg/ha	67,92	d

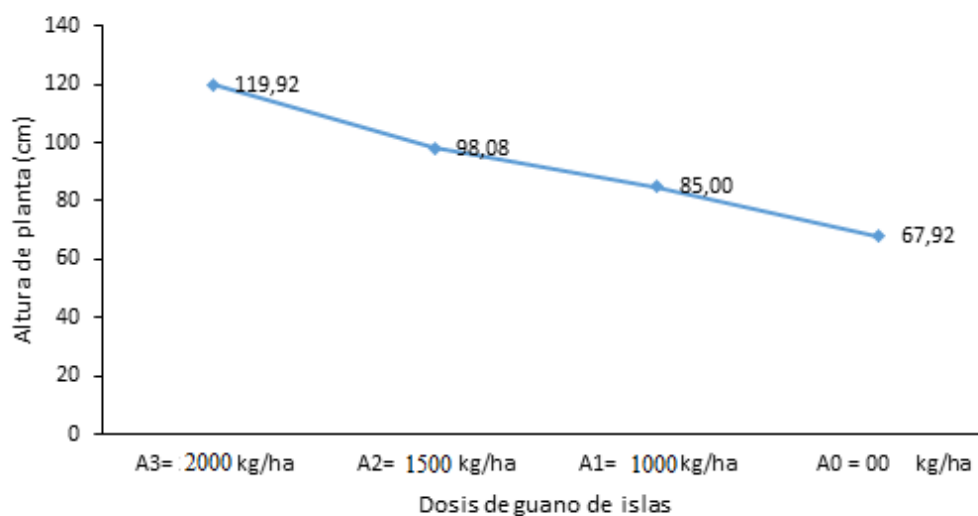


Figura 1. Altura de planta por efecto de las dosis de guano de isla a la floración.

En la tabla 12, se observa la prueba de Tukey para factor variedad de quinua (V), en donde se observa que la variedad INIA 415 Pasankalla tuvo mayor respuesta en altura de planta con 99,08 cm, seguido de la variedad Illpa INIA con 95,08 cm, la variedad Salcedo INIA con 92,92 cm, los cuales estadísticamente son similares y superiores a la variedad de quinua INIA 420 Negra de Collana tuvo menor altura de planta con 83,83 cm.

Tabla 12

Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para factor variedad de quinua en altura de planta a la floración

Orden de mérito	Variedad de quinua	Promedio de altura de planta (cm)	$P \leq 0,05$	
1	B2 = INIA 415 Pasankalla	99,08	a	
1	B3 = Illpa INIA	95,08	a	b
2	B4 = Salcedo INIA	92,92		b
3	B1=INIA 420 Negra de Collana	83,83		c

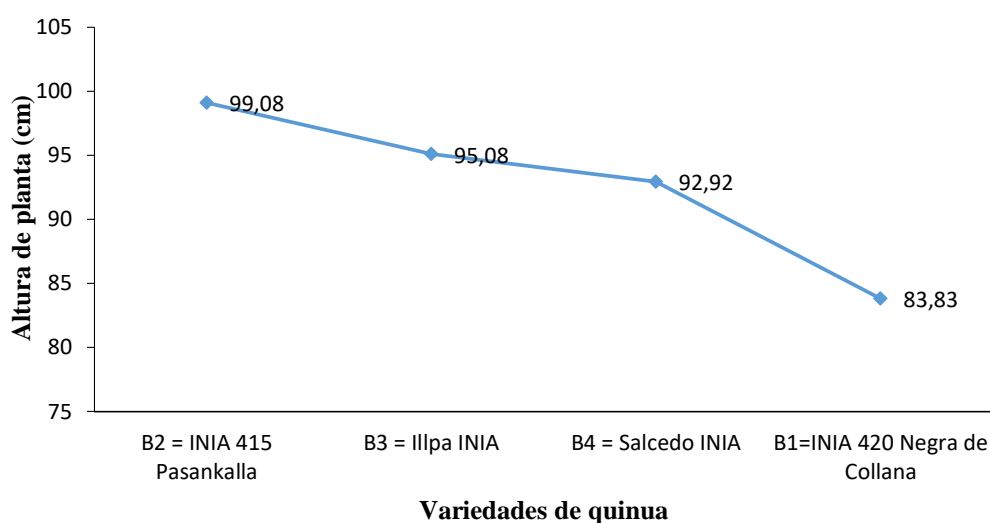


Figura 2. Altura de planta por efecto de las variedades de quinua a la floración.

En la tabla 13, se observa la prueba de Tukey para la interacción de dosis de guano de isla (G) con variedad de quinua (V), en donde se observa que la dosis de guano de isla de 2000 kg/ha en la variedad Illpa NIA tuvo mayor respuesta en altura de planta con 130, 67 cm, seguido de la dosis de guano de isla de 2000 kg/ha con las variedades Salcedo INIA e INIA 415 Pasankalla tuvieron alturas de planta de 125,67 y 119, 33 cm los cuales son estadísticamente similares y superiores a las demás interacciones, seguido de la dosis de guano de isla de 1500 kg/ha con la variedad INIA 415 Pasankalla con 106,67 cm; mientras que la dosis de 2000 kg/ha con la variedad Salcedo INIA 420 Negra de Collana con 104,00 cm. La dosis de 00 kg/ha con las variedades de quinua INIA 415 Pasankalla, Illpa INIA, Salcedo INIA y INIA 420 Negra de Collana tuvieron menor altura de planta con 75,67, 67,33, 65,00 y 63,67 cm respectivamente.

Tabla 13

Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para la interacción de dosis de guano de isla con variedad de quinua para altura de planta en floración

Orden de merito	Dosis de guano de isla (G)	Variedad de quinua (V)	Medias	$P \leq 0,05$
1	A3= 2000 kg/ha	B3 = Illpa INIA	130,67	a
1	A3= 2000 kg/ha	B4 = Salcedo INIA	125,67	a b
1	A3= 2000 kg/ha	B2 = INIA 415 Pasankalla	119,33	a b c
2	A2= 1500 kg/ha	B2 = INIA 415 Pasankalla	106,67	b c d
3	A3= 2000 kg/ha	B1=INIA 420 Negra de Collana	104,00	c d
4	A2= 1500 kg/ha	B4 = Salcedo INIA	98,33	d e
4	A2= 1500 kg/ha	B3 = Illpa INIA	98,00	d e
4	A1= 1000 kg/ha	B2 = INIA 415 Pasankalla	94,67	d e f
4	A2= 1500 kg/ha	B1=INIA 420 Negra de Collana	89,33	d e f
5	A1= 1000 kg/ha	B3 = Illpa INIA	84,33	e f g
5	A1= 1000 kg/ha	B4 = Salcedo INIA	82,67	e f g h
6	A1= 1000 kg/ha	B1=INIA 420 Negra de Collana B1	78,33	f g h
6	A0 = 00 kg/ha	B2 = INIA 415 Pasankalla	75,67	f g h
7	A0 = 00 kg/ha	B3 = Illpa INIA	67,33	g h
8	A0 = 00 kg/ha	B4 = Salcedo INIA	65,00	h
8	A0 = 00 kg/ha	B1=INIA 420 Negra de Collana	63,67	h

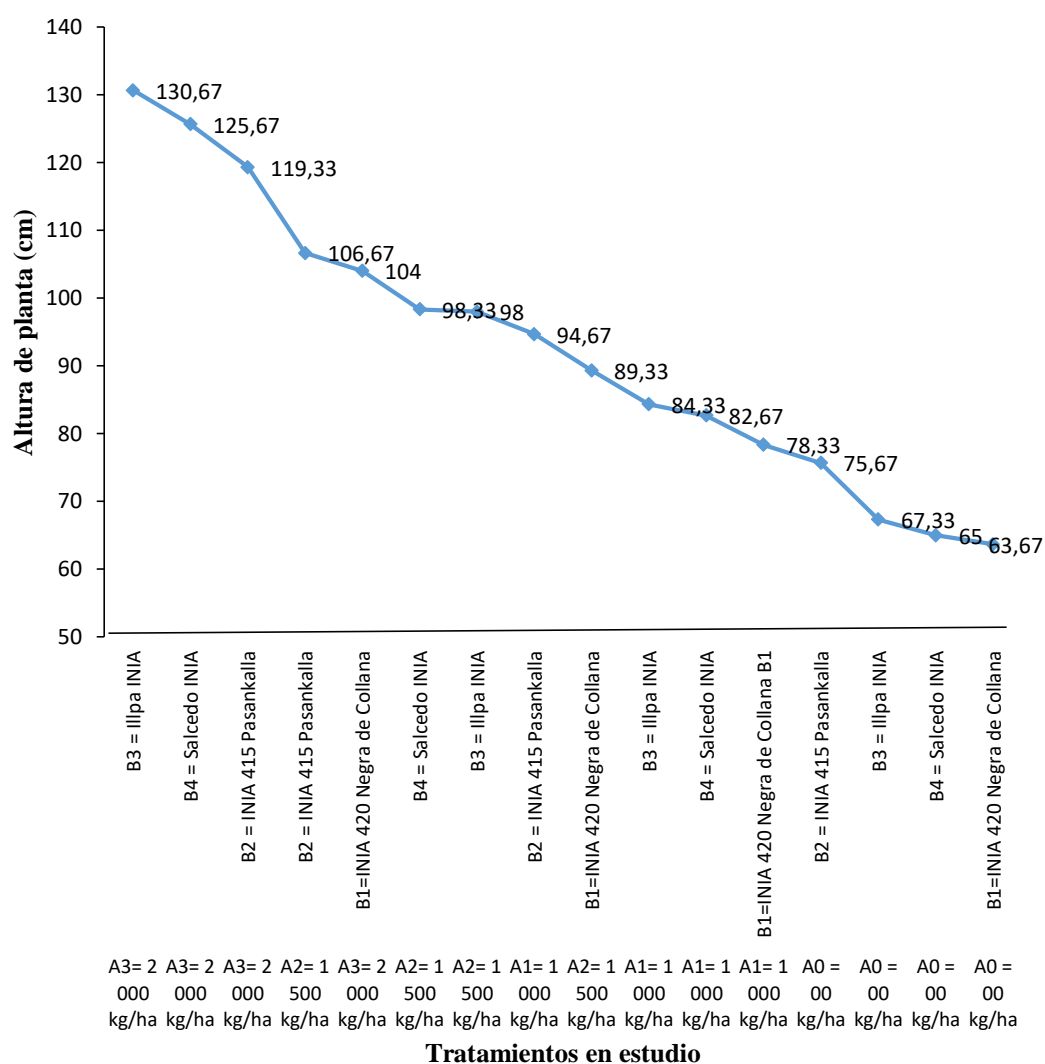


Figura 3. Altura de planta en floración por efecto de los tratamientos en estudio.

4.1.2. Altura de la planta a la madurez fisiológica.

En la tabla 14, se observa el análisis de varianza para altura de planta a la madurez fisiológica, en donde se observa que para los bloques no existe una diferencia estadística significativa, lo cual indica que entre los bloques existe homogeneidad en altura de planta a la madurez fisiológica. Para dosis de guano de isla (G) existe diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que todas las dosis o al menos una es diferente en altura de planta a la madurez fisiológica; para variedades

de quinua (V), existe una diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que entre todas las variedades o al menos una variedad es diferente en altura de planta a la madurez fisiológica. Para la interacción G x V, existe diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que los factores actúan de forma dependiente sobre altura de planta a la madurez fisiológica. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 6,78 %, nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

Tabla 14

Análisis de varianza para altura de planta a la madurez fisiológica

F.V.	G.L.	S.M.	C.M	Fc	Ft 0,05	Ft 0,01	SIG.
Bloques	2	156,31125	78,15562	1,83	3,32	5,39	n.s.
Dosis de guano de isla (G)	3	1 8636,72729	6212,24243	145,74	2,92	4,51	**
Variedades de quinua (V)	3	1 423,96229	474,65410	11,14	2,92	4,51	**
G x V	9	911,08521	101,23169	2,37	2,21	3,07	*
Error	30	1 278,76208	42,62540				
Total	47	22 406,84813					

Nota: CV=6,78 %; \bar{X} = 96,29 cm; **= Altamente significativo; * = Significativo; n.s.= No significativo

En la tabla 15, se observa la prueba de Tukey para factor dosis de guano de isla (G), en donde se observa que la dosis de 2000 kg/ha tuvo mayor respuesta en altura de planta con 125,03 cm, el cual es estadísticamente diferente a las demás dosis, seguido de la dosis de 1500 kg/ha con 101,53 cm, la dosis de 1000 kg/ha tuvo 87,14 cm, por último la dosis de 00 kg/ha tuvo menor altura de planta con 71,48 cm.

Tabla 15

Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para factor dosis de guano de isla en altura de planta a la madurez fisiológica

Orden de mérito	Dosis de guano de isla	Promedio de altura de planta (cm)	$P \leq 0,05$
1	A3= 2000 kg/ha	125,03	a
2	A2= 1500 kg/ha	101,53	b
3	A1= 1000 kg/ha	87,14	c
4	A0 = 00 kg/ha	71,48	d

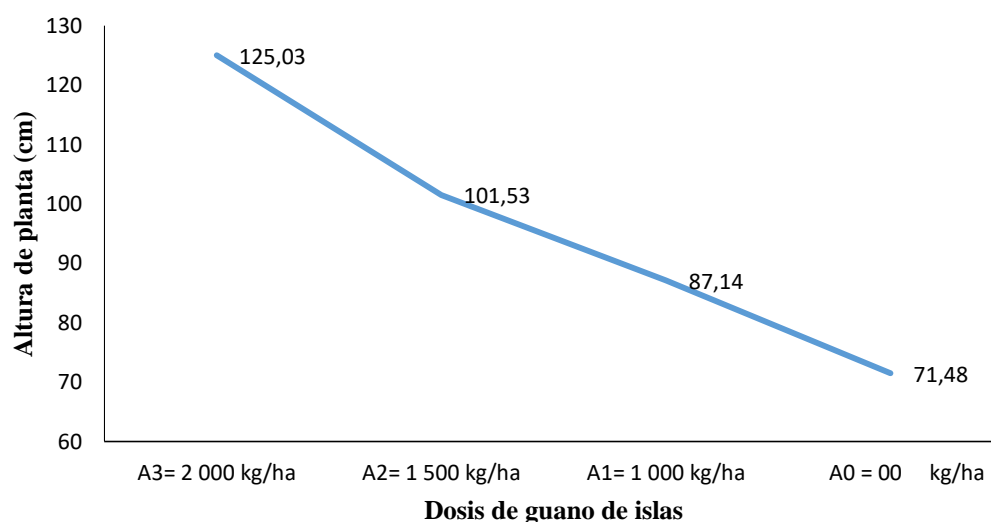


Figura 4. Altura de planta por efecto de las dosis de guano de isla a la madurez fisiológica.

En la tabla 16, se observa la prueba de Tukey para factor variedad de quinua (V), en donde se observa que la variedad INIA 415 Pasankalla tuvo mayor respuesta en altura de planta con 101,35 cm, seguido de la variedad Illpa INIA con 99,58 cm y la variedad Salcedo INIA con 96,99 cm, los cuales estadísticamente son similares y superior a la variedad de quinua INIA 420 Negra de Collana tuvo menor altura de planta con 87,25 cm.

Tabla 16

Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para factor variedad de quinua en altura de planta a la madurez fisiológica

Orden de mérito	Variedad de quinua	Promedio de altura de planta (cm)	P≤0,05
1	B2 = INIA 415 Pasankalla	101,35	a
1	B3 = Illpa INIA	99,58	a
1	B4 = Salcedo INIA	96,99	a
2	B1=INIA 420 Negra de Collana	87,25	b

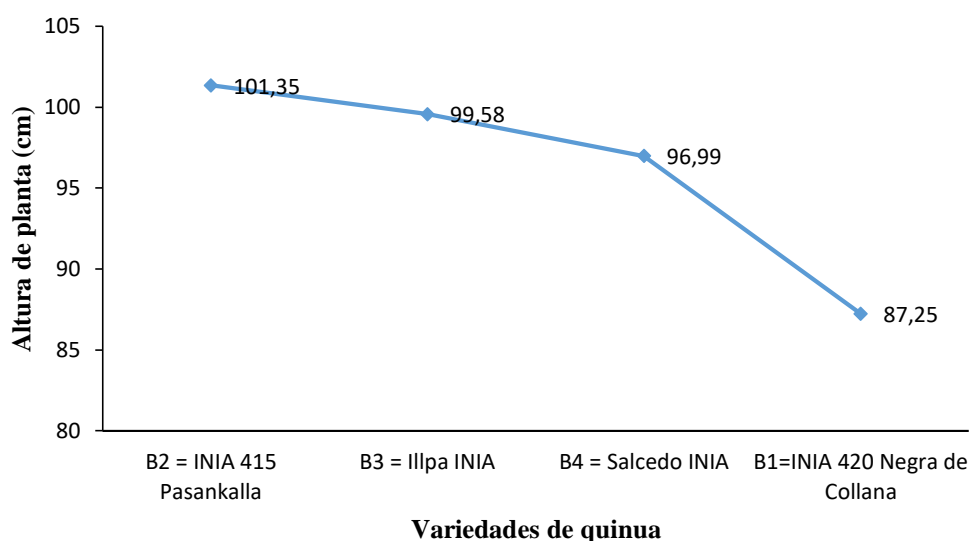


Figura 5. Altura de planta por efecto de las variedades de quinua a la madurez fisiológica.

En la tabla 17, se observa la prueba de Tukey para la interacción de dosis de guano de isla (G) con variedad de quinua (V), en donde se observa que la dosis de guano de isla de 2000 kg/ha en la variedad Illpa INIA tuvo mayor respuesta en altura de planta con 137,33 cm, seguido de la dosis de guano de isla de 2000 kg/ha con las variedades Salcedo INIA e INIA 415 Pasankalla tuvieron alturas de planta de 131,00 y 123,67 cm los cuales son estadísticamente similares y superiores a las demás interacciones, seguido de la dosis de guano de isla de 2000 kg/ha con la variedad INIA 420 Negra de Collana con 108,13 cm; mientras que la dosis de 1500 kg/ha con la variedad INIA 420 Negra de Collana con 108,13 cm. La dosis de 00 kg/ha con las

variedades de quinua INIA 415 Pasankalla, Illpa INIA, Salcedo INIA y INIA 420 Negra de Collana tuvieron menor altura de planta con 76,87, 73,40, 70,10 y 65,53 cm respectivamente.

Tabla 17

Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para la interacción de dosis de guano de isla con variedad de quinua para altura de planta a la madurez fisiológica

Orden de merito	Dosis de guano de isla (G)	Variedad de quinua (V)	Medias	$P \leq 0,05$
1	A3= 2000 kg/ha	B3 = Illpa INIA	137,33	a
1	A3= 2000 kg/ha	B4 = Salcedo INIA	131,00	a
1	A3= 2000 kg/ha	B2 = INIA 415 Pasankalla	123,67	a b
2	A3= 2000 kg/ha	B1=INIA 420 Negra de Collana	108,13	b c
2	A2= 1500 kg/ha	B2 = INIA 415 Pasankalla	108,00	b c
3	A2= 1500 kg/ha	B4 = Salcedo INIA	102,33	c d
3	A2= 1500 kg/ha	B3 = Illpa INIA	101,33	c d
3	A1= 1000 kg/ha	B2 = INIA 415 Pasankalla	96,87	c d e
3	A2=1500 kg/ha	B1=INIA 420 Negra de Collana	94,43	c d e f
4	A1=1000 kg/ha	B3 = Illpa INIA	86,27	d e f g
4	A1=1000 kg/ha	B4 = Salcedo INIA	84,53	d e f g h
5	A1 =1000 kg/ha	B1=INIA 420 Negra de Collana	80,90	e f g h
6	A0 = 00 kg/ha	B2 = INIA 415 Pasankalla	76,87	f g h
7	A0 = 00 kg/ha	B3 = Illpa INIA B3	73,40	g h
7	A0 = 00 kg/ha	B4 = Salcedo INIA	70,10	g h
8	A0 = 00 kg/ha	B1=INIA 420 Negra de Collana	65,53	h

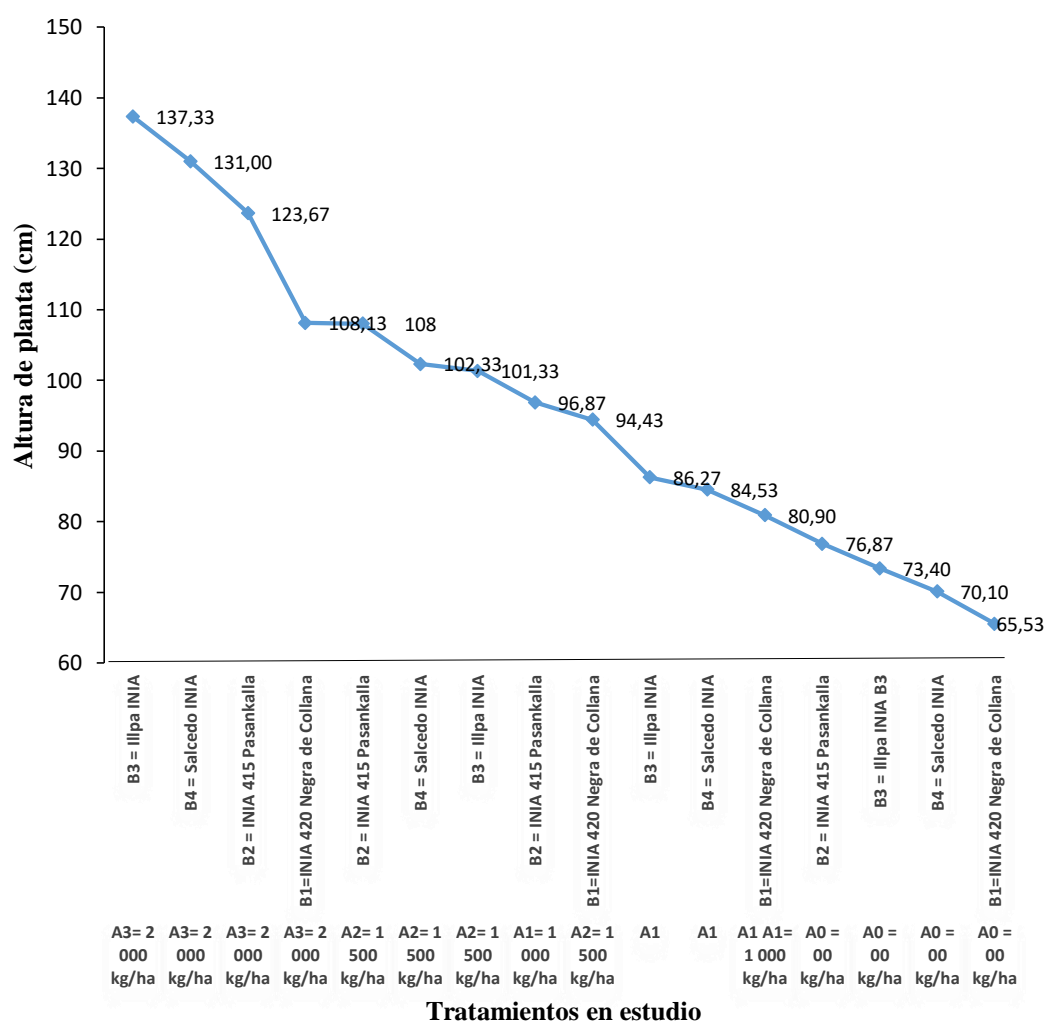


Figura 6. Altura de planta a la madurez fisiológica por efecto de los tratamientos en estudio.

4.1.3. Longitud de panoja a la madurez

En la tabla 18, se observa el análisis de varianza para longitud de panoja a madurez, en donde se observa que para los bloques existe diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que entre los bloques existe heterogeneidad para longitud de panoja a madurez. Para dosis de guano de isla (G) existe diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que todas las dosis o al menos una es diferente para longitud de panoja a madurez; para variedades de quinua (V), existe una

diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que entre todas las variedades o al menos una variedad es diferente para longitud de panoja a madurez. Para la interacción G x V, existe diferencia estadística significativa, lo cual indica que los factores actúan de forma dependiente sobre longitud de panoja a madurez. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 12,65 %, nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

Tabla 18

Análisis de varianza para longitud de panoja a madurez

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0,05	Ft 0,01	SIG.
Bloques	2	174,595417	87,297708	8,62	3,32	5,39	**
Dosis de guano de isla (G)	3	4490,040000	1496,680000	147,75	2,92	4,51	**
Variedades de quinua (V)	3	483,908333	161,302778	15,92	2,92	4,51	**
G x V	9	224,615000	24,957222	2,46	2,21	3,07	*
Error	30	303,897917	10,129931				
Total	47	5677,056667					

Nota: CV=12,65 %; \bar{X} = 25,16 cm; ** = Altamente significativo; * = Significativo; n.s.=No significativo

En la tabla 19, se observa la prueba de Tukey para factor dosis de guano de isla (G), en donde se observa que la dosis de 2000 kg/ha tuvo mayor respuesta en longitud de panoja en madurez con 38,58 cm, el cual es estadísticamente diferente a las demás dosis, seguido de la dosis de 1500 kg/ha con 28,68 cm, la dosis de 1000 kg/ha tuvo 21,08 cm, por último la dosis de 00 kg/ha tuvo menor longitud con 12,31 cm.

Tabla 19

Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para factor dosis de guano de isla en longitud de panoja en madurez

Orden de mérito	Dosis de guano de isla	Promedio de longitud de panoja (cm)	$P \leq 0,05$
1	A3= 2000 kg/ha	38,58	a
2	A2= 1500 kg/ha	28,68	b
3	A1= 1000 kg/ha	21,08	c
4	A0 = 00 kg/ha	12,31	d

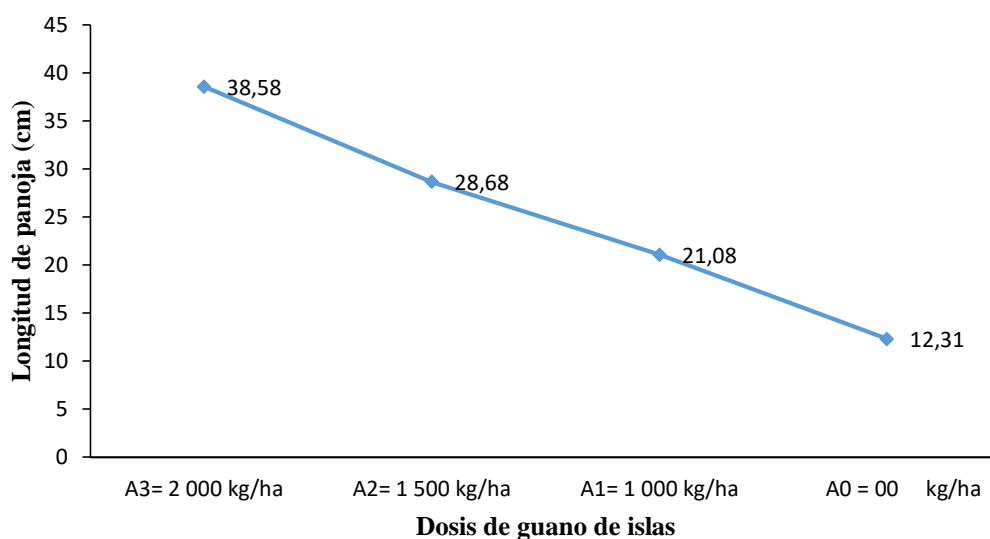


Figura 7. Longitud de panoja por efecto de las dosis de guano de isla en madurez.

En la tabla 20, se observa la prueba de Tukey para factor variedad de quinua (V), en donde se observa que la variedad INIA 420 Negra de Collana tuvo mayor respuesta en longitud de panoja en madurez con 29,53 cm, seguido de la variedad Illpa INIA con 26,59 cm y la variedad Salcedo INIA con 23,35 cm; la variedad de quinua INIA 415 Pasankalla tuvo menor longitud de panoja con 21,17 cm.

Tabla 20

Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para factor variedad de quinua en longitud de panoja en madurez

Orden de mérito	Variedad de quinua	Promedio de longitud de panoja (cm)	$P \leq 0,05$
1	B1=INIA 420 Negra de Collana	29,53	a
2	B3 = Illpa INIA	26,59	b
3	B4 = Salcedo INIA	23,35	c
3	B2 = INIA 415 Pasankalla	21,17	c

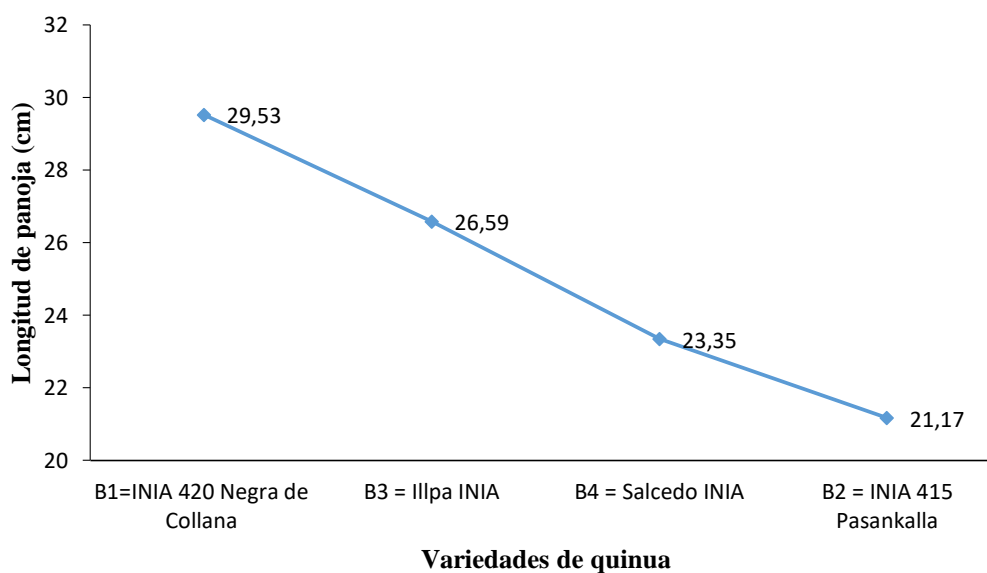


Figura 8. Longitud de panoja por efecto de las variedades de quinua a la madurez.

En la tabla 21, se observa la prueba de Tukey para la interacción de dosis de guano de isla (G) con variedad de quinua (V), en donde se observa que la dosis de guano de isla de 2000 kg/ha en la variedad INIA 420 Negra de Collana tuvo mayor respuesta en altura de planta con 47,03 cm, seguido de la dosis de guano de isla de 2000 kg/ha con las variedades Illpa INIA con altura de planta de 42,47 cm los cuales son estadísticamente similares y superiores a las demás interacciones, seguido de la

dosis de guano de isla de 2000 kg/ha con la Salcedo INIA con 35,13 cm; mientras que la dosis de 1500 kg/ha con la variedad INIA 420 Negra de Collana con 33,40 cm. La dosis de 00 kg/ha con las variedades de quinua INIA 420 Negra de Collana, Illpa INIA, Salcedo INIA y INIA 415 Pasankalla tuvieron menor longitud de panoja con 14,00, 12,93, 11,73 y 10,57 cm respectivamente.

Tabla 21

Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para la interacción de dosis de guano de isla con variedad de quinua para longitud de panoja a la madurez

Orden de merito	Dosis de guano de isla (G)	Variedad de quinua (V)	Medias	$P \leq 0,05$
1	A3= 2000 kg/ha	B1=INIA 420 Negra de Collana	47,03	a
1	A3= 2000 kg/ha	B3 = Illpa INIA	42,47	a b
2	A3= 2000 kg/ha	B4 = Salcedo INIA	35,13	b c
2	A2= 1500 kg/ha	B1=INIA 420 Negra de Collana	33,40	b c d
3	A3= 2000 kg/ha	B2 = INIA 415 Pasankalla	29,67	c d e
3	A2= 1500 kg/ha	B3 = Illpa INIA	29,17	c d e f
3	A2= 1500 kg/ha	B4 = Salcedo INIA	27,23	c d e f g
4	A2= 1500 kg/ha	B2 = INIA 415 Pasankalla	24,90	d e f g
5	A1= 1000 kg/ha	B1=INIA 420 Negra de Collana	23,67	e f g h
5	A1= 1000 kg/ha	B3 = Illpa INIA	21,80	e f g h i
6	A1= 1000 kg/ha	B2 = INIA 415 Pasankalla	19,53	f g h i j
7	A1= 1000 kg/ha	B4 = Salcedo INIA	19,30	g h i j
8	A0 = 00 kg/ha	B1=INIA 420 Negra de Collana	14,00	h i j
9	A0 = 00 kg/ha	B3 = Illpa INIA	12,93	i j
10	A0 = 00 kg/ha	B4 = Salcedo INIA	11,73	j
10	A0 = 00 kg/ha	B2 = INIA 415 Pasankalla	10,57	j

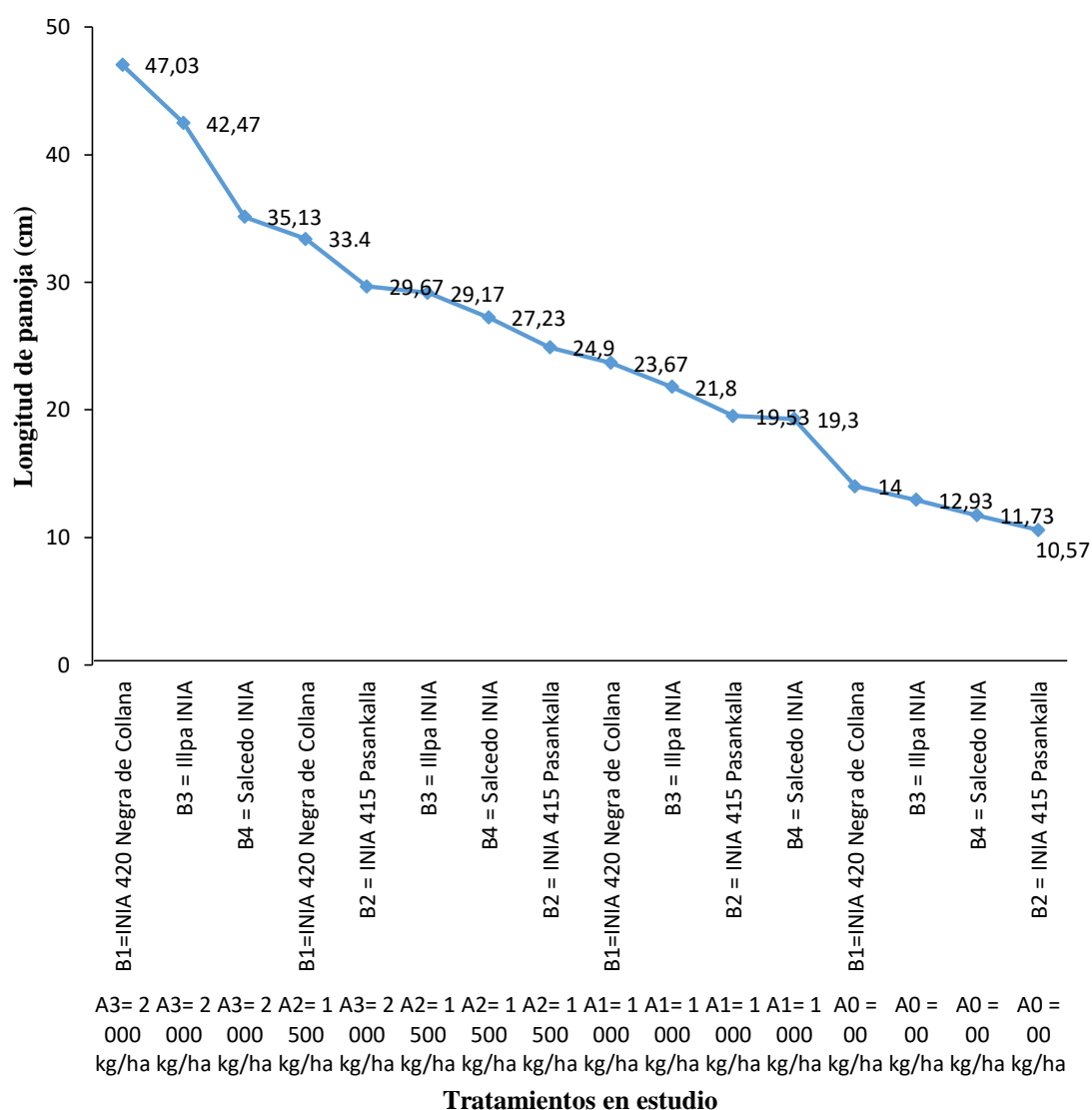


Figura 9. Longitud de panoja a la madurez fisiológica por efecto de los tratamientos en estudio.

4.1.4. Diámetro de panoja.

En la tabla 22, se observa el análisis de varianza para diámetro de panoja a madurez, en donde se observa que para los bloques existe diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que entre los bloques existe heterogeneidad para diámetro de panoja a madurez. Para dosis de guano de isla (G) existe diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que todas las dosis o al menos una es diferente

para diámetro de panoja a madurez; para variedades de quinua (V), existe una diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que entre todas las variedades o al menos una variedad es diferente en diámetro de panoja a madurez. Para la interacción G x V, no existe diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que los factores actúan de forma independiente sobre diámetro de panoja a madurez. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 12,89 %, nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

Tabla 22

Análisis de varianza para diámetro de panoja a madurez

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0,05	Ft 0,01	SIG.
Bloques	2	3,5450000	1,7725000	4,10	3,32	5,39	**
Dosis de guano de isla (G)	3	139,0583333	46,3527778	107,34	2,92	4,51	**
Variedades de quinua (V)	3	13,7583333	4,5861111	10,62	2,92	4,51	**
G x V	9	1,8033333	0,2003704	0,46	2,21	3,07	n.s.
Error	30	12,9550000	0,4318333				
Total	47	171,1200000					

Nota: CV=12,89 %; \bar{X} = 5,10 cm; **= Altamente significativo; *= Significativo; n.s.= No significativo

En la tabla 23, se observa la prueba de Tukey para factor Dosis de guano de isla (G), en donde se observa que la dosis de 2000 kg/ha tuvo mayor respuesta en diámetro de panoja a la madurez con 7,41 cm, el cual es estadísticamente diferente a las demás dosis, seguido de la dosis de 1500 kg/ha con 5,92 cm, la dosis de 1000 kg/ha tuvo 4,13 cm, por último la dosis de 00 kg/ha tuvo menor diámetro de panoja con 2,94 cm.

Tabla 23

Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para factor dosis de guano de isla en diámetro de panoja a la madurez

Orden de mérito	Dosis de guano de isla	Promedio de diámetro de panoja (cm)	$P \leq 0,05$
1	A3= 2000 kg/ha	7,41	a
2	A2= 1500 kg/ha	5,92	b
3	A1= 1000 kg/ha	4,13	c
4	A0 = 00 kg/ha	2,94	d

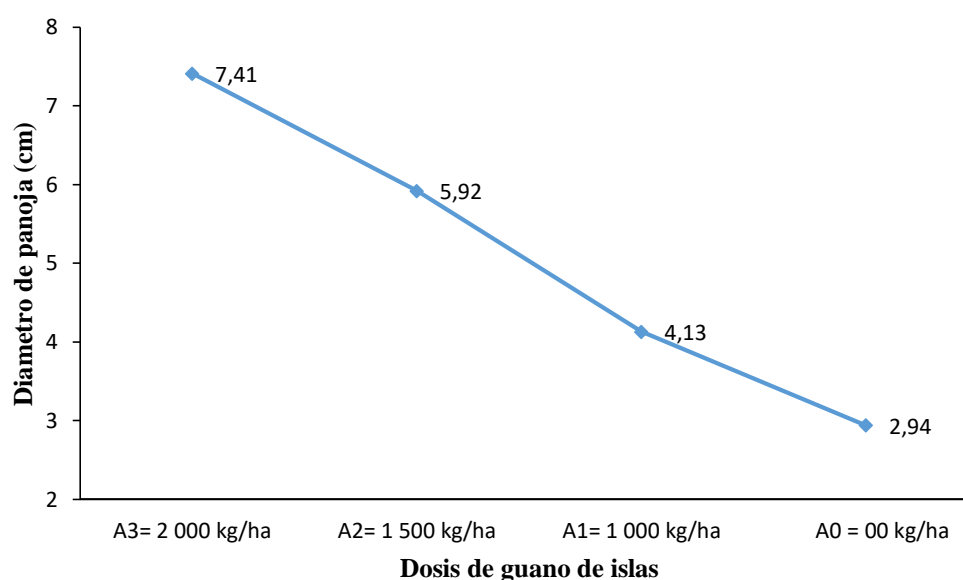


Figura 10. Diámetro de panoja por efecto de las dosis de guano de isla en la madurez.

En la tabla 24, se observa la prueba de Tukey para factor variedad de quinua (V), en donde se observa que la variedad INIA 415 Pasankalla tuvo mayor respuesta en diámetro de panoja a la madurez con 5,91 cm, seguido de la variedad Illpa INIA con 5,13 cm y la variedad Salcedo INIA con 4,94 cm; la variedad INIA 420 Negra de Collana tuvo menor diámetro de panoja con 4,42 cm.

Tabla 24

Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para factor variedad de quinua en diámetro de panoja en madurez

Orden de mérito	Variedad de quinua	Promedio de diámetro de panoja (cm)	$P \leq 0,05$
1	B2 = INIA 415 Pasankalla	5,91	a
2	B3 = Illpa INIA	5,13	b
2	B4 = Salcedo INIA	4,94	b
2	B1=INIA 420 Negra de Collana	4,42	b

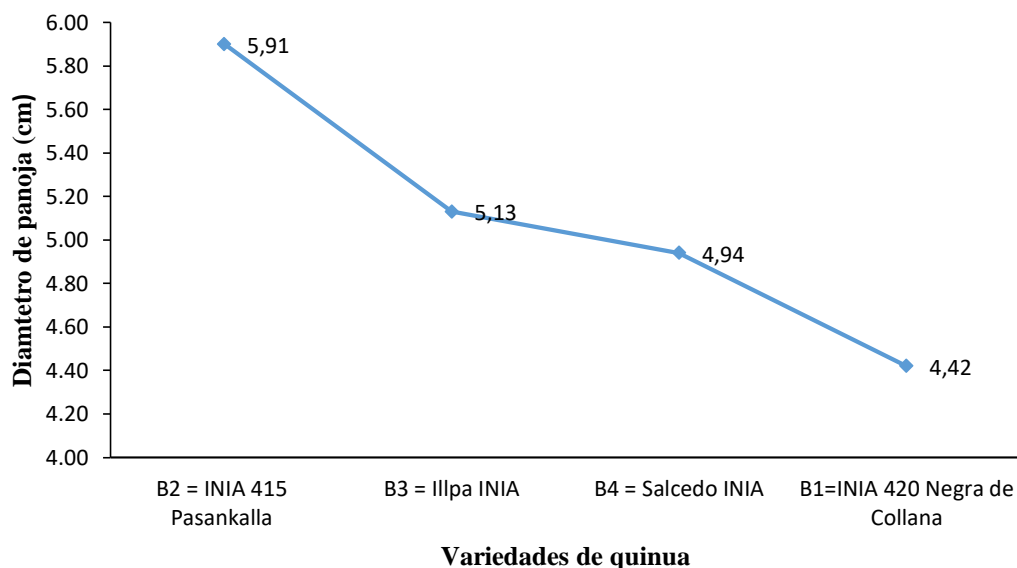


Figura 11. Diámetro de panoja por efecto de variedades de quinua en madurez.

4.1.5. Rendimiento por hectárea.

En la tabla 25, se observa el análisis de varianza para el rendimiento por hectárea, en donde se observa que entre los bloques no existe diferencia estadística significativa, lo cual indica que entre los bloques existe homogeneidad para rendimiento por hectárea. Para dosis de guano de isla (G) existe diferencia estadística altamente

significativa, lo cual indica que todas las dosis o al menos una es diferente para rendimiento por hectárea; para variedades de quinua (V), existe diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que entre todas las variedades o al menos una variedad es diferente para rendimiento por hectárea. Para la interacción G x V, existe diferencias estadísticas altamente significativas, lo cual indica que los factores actúan de forma dependiente sobre rendimiento por hectárea. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 6,84 %, nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

Tabla 25

Análisis de varianza para rendimiento por hectárea

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0,05	Ft 0,01	SIG.
Bloques	2	81540,88	40770,44	1,86	3,32	5,39	n.s.
Dosis de guano de isla (G)	3	47482085,06	15827361,69	720,61	2,92	4,51	**
Variedades de quinua (V)	3	1820971,73	606990,58	27,64	2,92	4,51	**
G x V	9	1462065,19	162451,69	7,40	2,21	3,07	**
Error	30	658916,46	21963,88				
Total	47	51505579,31					

Nota: CV= 6,84 %; \bar{X} = 2 165,19 kg/ha; **= Altamente significativo; *=Significativo; n.s.= No significativo

En la tabla 26, se observa la prueba de Tukey para factor dosis de guano de isla (G), en donde se observa que la dosis de 2000 kg/ha tuvo mayor respuesta en rendimiento por hectárea en la madurez fisiológica con 3505 kg/ha el cual es estadísticamente diferente a las demás dosis, seguido de la dosis de 1500 kg/ha con

2652,50 kg/ha, la dosis de 1000 kg/ha tuvo 1 613,75 kg/ha, por último la dosis de 00 kg/ha tuvo 894,50 kg/ha.

Tabla 26

Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para factor dosis de guano de isla para rendimiento por hectárea

Orden de mérito	Dosis de guano de isla	Rendimiento (kg/ha)	$P \leq 0,05$
1	A3= 2000 kg/ha	3 505,00	a
2	A2= 1500 kg/ha	2 652,50	b
3	A1= 1000 kg/ha	1 613,75	c
4	A0 = 00 kg/ha	894,50	d

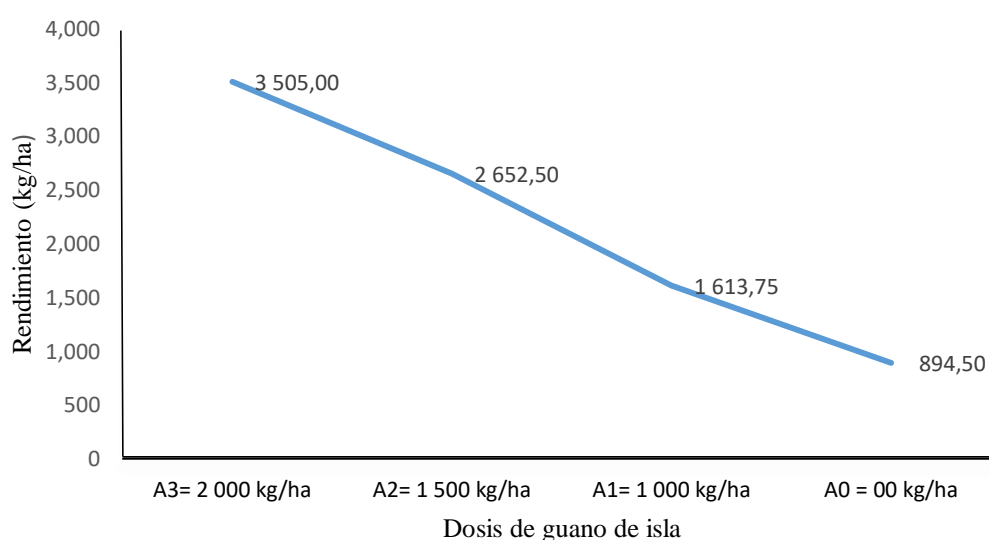


Figura 12. Rendimiento por hectárea por efecto de las dosis de guano de isla.

En la tabla 27, se observa la prueba de Tukey para factor variedad de quinua (V), en donde se observa que la variedad INIA 420 Negra de Collana tuvo mayor respuesta en rendimiento con 2368,75 kg/ha, seguido de la variedad INIA 415 Pasankalla con 2273,33 kg/ha y la variedad Illpa INIA con 2167,50 kg/ha; la variedad de quinua Salcedo INIA tuvo menor rendimiento 1851,17 kg/ha.

Tabla 27

Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para factor variedad de quinua para rendimiento por hectárea

Orden de mérito	Variedad de quinua	Rendimiento (kg/ha)	$P \leq 0,05$
1	B1=INIA 420 Negra de Collana	2 368,75	a
1	B2 = INIA 415 Pasankalla	2 273,33	a b
2	B3 = Illpa INIA	2 167,50	b
3	B4 = Salcedo INIA	1 851,17	c

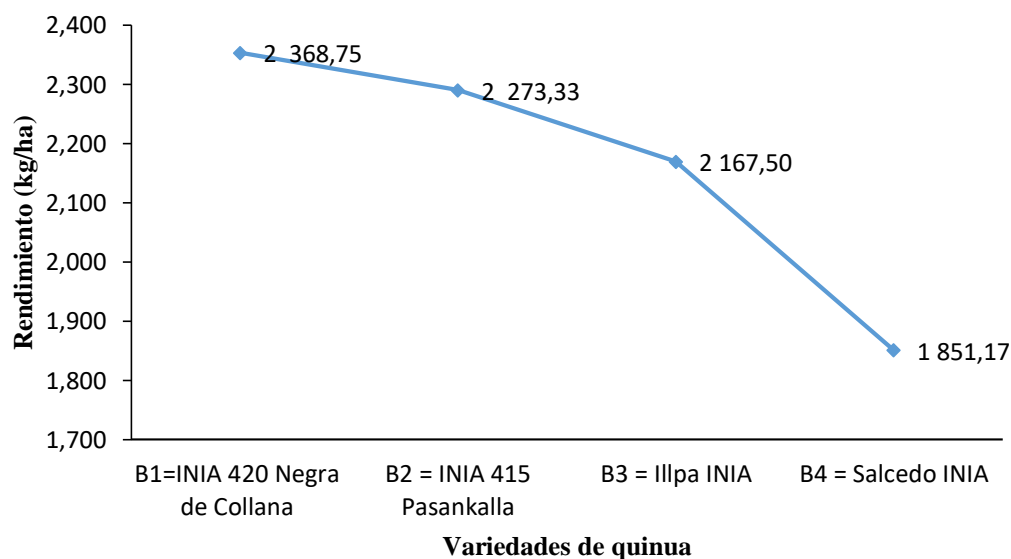


Figura 13. Rendimiento por hectárea por efecto de las variedades de quinua.

En la tabla 28, se observa la prueba de Tukey para la interacción de dosis de guano de isla (G) con variedad de quinua (V), en donde se observa que la dosis de guano de isla de 2000 kg/ha en la variedad INIA 415 Pasankalla tuvo mayor respuesta en rendimiento con 3793,33 kg/ha, seguido de la dosis de guano de isla de 2000 kg/ha con las variedades Illpa INIA e INIA 420 Negra de Collana tuvieron rendimientos de 3710 y 3460 kg/ha los cuales son estadísticamente similares y superiores a las demás

interacciones, seguido de la dosis de guano de isla de 1500 kg/ha con la variedad INIA 420 Negra de Collana con 3090 kg/ha; mientras que la dosis de 2000 kg/ha con la variedad Salcedo INIA con 3 056,67 kg/ha. La dosis de 00 kg/ha con las variedades de quinua INIA 420 Negra de Collana, Illpa INIA, INIA 415 Pasankalla y Salcedo INIA tuvieron rendimientos bajos de 960, 920, 870 y 828 kg/ha respectivamente.

Tabla 28

Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para la interacción de dosis de guano de isla con variedad de quinua para rendimiento por hectárea

Orden de merito	Dosis de guano de isla (G)	Variedad de quinua (V)	Medias	$P \leq 0,05$
1	A3= 2000 kg/ha	B2 = INIA 415 Pasankalla	3 793,33	a
1	A3= 2000 kg/ha	B3 = Illpa INIA	3 710,00	a
1	A3= 2000 kg/ha	B1=INIA 420 Negra de Collana	3 460,00	a b
2	A2= 1500 kg/ha	B1=INIA 420 Negra de Collana	3 090,00	b c
2	A3= 2000 kg/ha	B4 = Salcedo INIA	3 056,67	b c
3	A2= 1500 kg/ha	B3 = Illpa INIA	2 700,00	c d
4	A2= 1500 kg/ha	B2 = INIA 415 Pasankalla	2 530,00	d
4	A2= 1500 kg/ha	B4 = Salcedo INIA	2 290,00	d e
5	A1= 1000 kg/ha	B2 = INIA 415 Pasankalla	1 970,00	e
5	A1= 1000 kg/ha	B1=INIA 420 Negra de Collana	1 905,00	e
6	A1= 1000 kg/ha	B3 = Illpa INIA	1 350,00	f
6	A1= 1000 kg/ha	B4 = Salcedo INIA	1 230,00	f g
6	A0 = 00 kg/ha	B1=INIA 420 Negra de Collana	960,00	f g
6	A0 = 00 kg/ha	B3 = Illpa INIA	920,00	f g
7	A0 = 00 kg/ha	B2 = INIA 415 Pasankalla	870,00	g
7	A0 = 00 kg/ha	B4 = Salcedo INIA	828,00	g

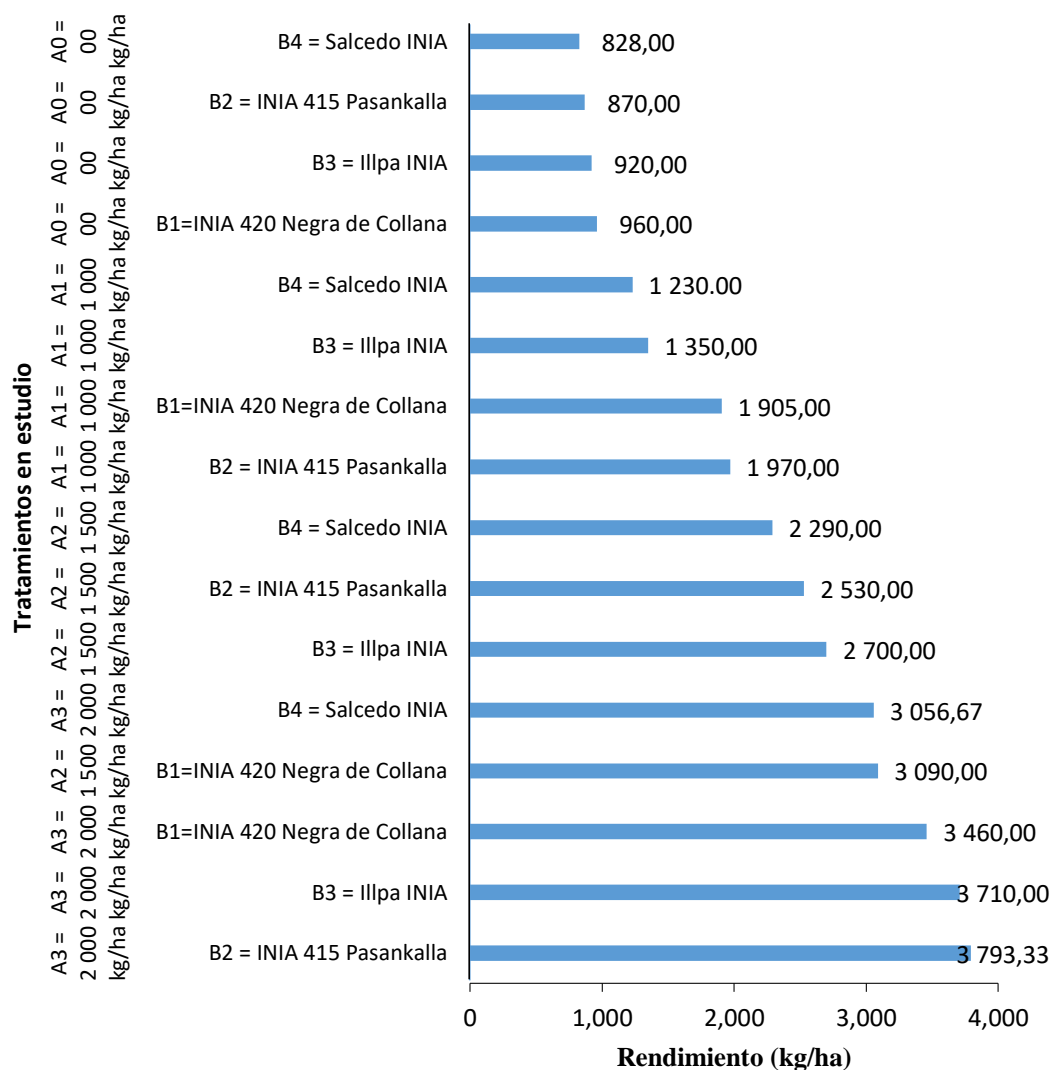


Figura 14. Rendimiento por hectárea por efecto de los tratamientos en estudio.

4.1.6. Análisis de rentabilidad.

En la tabla 29, se observa que el tratamiento conformado por la dosis de abono de 2000 kg/ha más la variedad INIA 420 Negra de Collana tuvo mayor índice de rentabilidad de 303 %, que tuvo un rendimiento de 3460 kg/ha, con un costo total S/. 4850,00, con un ingreso total de S/. 19 549,00, utilidad neta S/. 14 699,00, a un precio de venta de S/. 5,65; seguido del tratamiento conformado por la dosis de abono de

1500 kg/ha más la variedad INIA 420 Negra de Collana tuvo un índice de rentabilidad de 301 %, con un rendimiento de 3090 kg/ha, que tuvo un costo total S/. 4350,00, con un ingreso total de S/. 17 459,00, utilidad neta S/.13 109,00, aun precio de venta de S/. 5,65; mientras el tratamiento conformado por la dosis de abono de 2000 kg/ha más la variedad INIA 415 Pasankalla tuvo un índice de rentabilidad de 294 %, con un rendimiento de 3793 kg/ha, que tuvo un costo total S/. 4850,00, con un ingreso total de S/. 19 116,72, utilidad neta S/. 14 267,00, aun precio de venta de S/. 5,04, respectivamente.

La menor rentabilidad se tuvo con los tratamientos conformados por la dosis de abono de 1000 kg/ha más la variedad Illpa INIA con 59 %, con un rendimiento de 1350 kg/ha, que tuvo un costo total S/. 3850,00, con un ingreso total de S/. 6 102,00, utilidad neta S/. 2252,00, aun precio de venta de S/. 4,52; seguido de las dosis 00 kg más la variedad INIA 415 con 54 %, con un rendimiento de 870 kg/ha costo total S/. 2850,00, utilidad neta de S/. 1534,80, a un precio de venta S/. 5,04; seguido de la dosis de 00 kg más la variedad Illpa INIA con 46 %, con un rendimiento de 920 kg/ha, costo total de S/ 2850,00, utilidad neta de S/. 1308,40, seguido del tratamiento de 1000 kg más la variedad Salcedo INIA con 44 % con un rendimiento de 1230 kg/ha, costo total de S/. 3850,00, utilidad neta de S/. 1709,60, y por último se tiene el tratamiento conformado de 00 kg más la variedad Salcedo INIA con 31 % con un rendimiento de 828 kg/ha, costo total de S/. 2850,00, utilidad neta de S/. 893,00 respectivamente.

Tabla 29*Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio*

Tratamiento		Cost. Prod. S/.	Rend im. kg	Prec. vent. S/.	Ingreso Total S/.	Util. Neta S/.	Indic. Rent. %	Cost/ Kg Prod. S/.	Ganancia /kg. S/.
A3= 2000 kg/ha	B1=INIA 420 Negra de Collana	4 850,00	3 460	5,65	19 549,00	14 699,00	303 %	1,40	4,25
A2= 1500 kg/ha	B1 = INIA 420 Negra Collana	4 350,00	3 090	5,65	17 459,00	13 109,00	301 %	1,40	4,20
A3= 2000 kg/ha	B2=INIA 415 Pasankalla	4 850,00	3 793	5,04	19 116,72	14 267,00	294 %	1,28	3,80
A3= 2000 kg/ha	B3 = Illpa INIA	4 850,00	3 710	4,52	16 769,20	11 919,20	246 %	1,30	3,20
A2= 1500 kg/ha	B4 =INIA 415 Pasankalla	4 350,00	2 530	5,04	12 751,20	8 401,20	193 %	1,70	3,30
A3= 2000 kg/ha	B4= Salcedo INIA	4 850,00	3 057	4,52	13 816,30	8 966,30	185 %	1,60	2,90
A2= 1500 kg/ha	B3 = Illpa INIA	4 350,00	2 700	4,52	12 204,00	7 854,00	181 %	1,60	2,90
A1= 1000 kg/ha	B1=INIA 420 Negra de Collana	3 850,00	1 905	5,65	10 763,30	6 913,30	180 %	2,02	3,63
A1= 1000 kg/ha	B2 = INIA 415 Pasankalla	3 850,00	1 970	5,04	9 929,00	6 079,00	158 %	1,95	3,09
A2= 1500 kg/ha	B4 = Salcedo INIA	4 350,00	2 290	4,52	10 351,00	6 001,00	138 %	1,90	2,60
A0 = 00 kg/ha	B1=INIA 420 Negra de Collana	2 850,00	960	5,65	5 424,00	2 574,00	90 %	3,97	1,68
A1= 1000 kg/ha	B3 = Illpa INIA	3 850,00	1 350	4,52	6 102,00	2 252	59 %	2,90	1,60
A0= 00 kg/ha	B2 =INIA 415 Pasankalla	2 850,00	870	5,04	4 385,00	1 534,80	54 %	3,30	1,74
A0 = 00 kg/ha	B3 = Illpa INIA	2 850,00	920	4,52	4 158,40	1 308,40	46 %	3,10	1,42
A1= 1000 kg/ha	B4=Salcedo INIA	3 850,00	1 230	4,52	5 559,60	1 709,60	44 %	3,10	1,40
A0 = 00 kg/ha	B4 = Salcedo INIA	2 850,00	828	4,52	3 743,00	893,00	31 %	3,40	1,10

4.2. Contrastación de hipótesis

Las hipótesis planteadas serán aceptadas, ya que se han cumplido con las hipótesis alternativos como se puede apreciar en los resultados obtenidos:

Tabla 30*Contrastación de hipótesis*

Hipótesis planteadas	Decisión
El rendimiento del cultivo de cuatro variedades de quinua será diferente por la aplicación de diferentes dosis de guano de isla.	Aceptada
Las características agronómicas del rendimiento (Altura de planta a la floración y madurez fisiológica de la quinua, longitud de panoja y diámetro de panoja) de cuatro variedades de quinua será diferente por la aplicación de diferentes dosis de guano de isla.	Aceptada
Los costos de producción y el índice de rentabilidad de cuatro variedades de quinua será diferente por la aplicación de diferentes dosis de guano de isla.	Aceptada

4.3. Discusión de resultados

4.3.1. En rendimiento.

Los resultados respecto al rendimiento en las variedades de quinua, Zanabria y Mamani (2017), revela que INIA 420 Negra de Collana posee buen potencial de rendimiento, en promedio de 3000 kg/ha, en la investigación se tuvo 970 kg/ha sin la aplicación de abonos orgánicos, pero con la aplicación de 2000 kg/ha de guano de isla se logró 3460 kg/ha, el cual fue superior a lo indicado por el autor, esto se puede avalar por el efecto beneficioso del guano de isla. INIA (2013), indica que la variedad INIA 415 Pasankalla tiene un rendimiento promedio de 2540 kg/ha, en la investigación se tuvo 870 kg/ha sin la aplicación de abonos orgánicos, pero con la aplicación de 2000 kg/ha de guano de isla se logró 3793,33 kg/ha, el cual fue superior a lo indicado por el autor, esto se puede avalar por efecto beneficiosos del guano de isla. Rosas (2015) menciona que la variedad de quinua Illpa INIA posee un rendimiento regular de 3000 a 3 265,90 kg/ha, en la investigación se tuvo 828 kg/ha sin la aplicación de abonos orgánicos, pero con la aplicación de 2000 kg/ha de guano de isla se logró 3710 kg/ha, el cual es superior a lo indicado por el autor.

Los rendimientos obtenidos son respaldados por CARE PERÚ (2012) indicando que se tuvo mejor rendimiento al aplicar el guano de islas respecto al testigo, en donde la variedad de quinua Blanca de Junín obtuvo 3931,4 kg/ha a la aplicación de 2000 kg/ha de guano de isla, seguido de Gallinaza a un nivel de 5000 kg/ha con un rendimiento de 3549,5 kg/ha, el testigo tuvo 1087,4 kg/ha. Mientras que en la variedad Pasankalla, la aplicación de guano de isla a un nivel de 2000 kg/ha tuvo un rendimiento de 3555,6 kg/ha, seguido de gallinaza a un nivel de 5000 kg/ha con un rendimiento de 3051,7 kg/ha, el testigo tuvo 997,3 kg/ha. Pero son diferentes a los reportados por Cahui (2010) quien obtuvo en la Variedad Negra de Collana un rendimiento promedio de grano de 2275 kg/ha, ya que en la investigación se tuvo un rendimiento de 3460 kg/ha, de igual forma Rojas (2015) obtuvo en la variedad de quinua Hualhuas, con la aplicación de humus de lombriz y estiércol de vacuno rendimientos de 3750 y 3315 kg/ha.

Las diferencias en rendimiento se puede atribuir a lo manifestado por Chacchi (2009) quien señala que el potencial en rendimiento de grano del cultivo de quinua se puede obtener en espacios óptimos del suelo, humedad, temperatura, lo cual está cerca de 6000 kg/ha como promedio; asimismo si se tuviera convenientes condiciones de suelo, humedad, clima, fertilización y labores culturales oportunas, se puede obtener rendimientos de 3500 kg/ha en condiciones del altiplano Perú y Bolivia.

Por su parte Apaza y Delgado (2005) y Caritas del Perú (2008) manifestaron que, con convenientes situaciones de cultivo relativo a la fertilidad de suelo, humedad, clima, abonamiento y labores culturales, se consiguen rendimientos

promedios de 5000 kg/ha; en los escenarios actuales el rendimiento promedio en la región de Puno es de 1100 kg/ha. Asimismo se revela que los rendimientos van desde los 450 kg/ha hasta los 5000 kg/ha, podemos decir que se consiguen promedios que van desde los 1500 hasta los 2000 kg/ha, de igual forma León (2003) revela que el material genético interviene sobre el rendimiento pudiéndose conseguir hasta de 3000 kg/ha.

Sin embargo Tapia y Frías (2007) da a conocer que, los rendimientos están correlacionados con la fertilidad del suelo, uso de abonos químicos, época de siembra, variedad utilizada, control de enfermedades, plagas, la presencia de heladas y granizadas, asimismo esclarece que se obtienen de 600 a 800 kg/ha de grano. Distanto que el empleo de niveles apropiados de fertilización, desinfección de la semilla, siembra en surcos, control de malezas, en la variedad Sajama se ha conseguido promover hasta 3000 kg/ha, siendo el promedio comercial de 1500 – 2500 kg/ha.

4.3.2. En las características agronómicas del rendimiento.

La altura de la planta a la floración y madurez fisiológica, longitud de panoja, diámetro de panoja. Los resultados obtenidos en longitud de panoja son respaldados por Osco (2009), quien indica que a medida que la planta progresa en longitud, también la panoja se despliega en forma vertical y horizontalmente en tamaño; sin embargo esta correlación está influenciada como consecuencia del clima, fertilidad de suelo, genotipo y la densidad del cultivo. Sin embargo Condori (2008), señalo que a mayor cantidad de nitrógeno disponible para la quinua, prospera el desarrollo del tamaño de panoja, lo cual ha sido respetado como erróneo, se debe pensar que el cultivo de la quinua debe laborar

en aquellos terrenos relativamente ricos en materia orgánica para un excelente desarrollo morfológico especialmente de la panoja. En diámetro de panoja Condori (2008), encontró que la incorporación de nitrógeno (60 kg/ha) interviene notablemente en la variable de diámetro de panoja, por lo cual los resultados derivados son diferentes ante las dosis de estudio con guano de islas. Mujica *et al* (2001), revelan que el tamaño de la panoja es variable, lo cual depende de los genotipos, clases de quinua, lugar donde se cultiva y las condiciones de fertilidad de los suelos, pudiendo variar de 30 a 80 cm de longitud por 5 a 30 cm de diámetro.

4.3.3. En los costos de producción y análisis económico.

En índice de rentabilidad se tuvieron alta rentabilidad en la mayoría de los tratamientos evaluados, variando en cada uno por la dosis de guano de isla aplicado, lo cual es justificado por lo manifestado por Borda (2011), quien indica que los costos variables, son los que influyen con la cantidad producida, como gastos ejecutados en materia prima (semilla), insumos (abonamiento en la siembra, control fitosanitario y abonamiento foliar), materiales directos (preparación de terreno, siembra, cosecha y selección), materiales indirectos (como implemento de trabajo, materiales de escritorio, combustible y servicios como el análisis de suelos. En la investigación, los costos que varían son los costos fijos, ya que las actividades realizadas (abonamiento, deshiero y demás) se realizaron por igual para todas variedades de quinua.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Primera: Se concluye que el uso de guano de isla como abono orgánico influye enormemente en el incremento del rendimiento del cultivo de quinua, es decir en el estudio el rendimiento incremento en un 150 a 411 %.

Segunda: Se concluye que el cultivo de cuatro variedades de quinua a la aplicación de diferentes dosis de guano de isla, hubo diferencias estadísticas para los tratamientos en estudio, en donde el tratamiento T8 tuvo un rendimiento de 3 793,33 kg/ha, seguido de T12 con 3710 kg/ha y T4 con 3460 kg/ha, respectivamente.

Tercera: En las características agronómicas del rendimiento: altura de planta a la floración: la dosis de guano de isla; 2000 kg/ha de guano de isla tuvo mayor respuesta con 118,33 cm. En altura de planta a la madurez fisiológica: la dosis de 2000 kg/ha de guano de isla tuvo mayor respuesta con 121,78. Longitud de panoja: la dosis de 2000 kg/ha de guano de isla

tuvo mayor respuesta con 35,13 cm. Diámetro de panoja: la 2000 kg/ha de guano de isla tuvo mayor respuesta con 6,93 cm.

Cuarta: En los costos de producción, análisis económico e índice de rentabilidad: el tratamiento T4 tuvo mayor índice de rentabilidad de 303 %, con un rendimiento de 3460 kg/ha, costo total S/. 4 850,00, ingreso total de S/.19 549,00, utilidad neta S/. 14 699,00, seguido del tratamiento T7 tuvo un índice de rentabilidad de 301 % con un rendimiento de 3090 kg/ha costo total S/. 4 350,00; ingreso total S/. 17 459,00 y utilidad neta de S/. 13 109,00 respectivamente.

5.2. Recomendaciones

Primera: Por los resultados obtenidos en la investigación sobre la influencia que tiene el uso de guano de isla en el cultivo de quinua, se recomienda su uso para incrementar el rendimiento de grano de quinua.

Segunda: Por los resultados en base al rendimiento y rentabilidad, se recomienda utilizar la dosis de 2000 kg/ha de guano de isla más la variedad INIA 420 Negra de Collana (T4) y la dosis de 2000 kg/ha de guano de isla más la variedad INIA 415 Pasankalla (T8) por tener un rendimiento y rentabilidad aceptable.

Tercera: Realizar estudios o trabajos de investigación comparativos entre diferentes abonos orgánicos con la finalidad de estimar los rendimientos de grano y los costos de producción en variedades de quinua precoces, semi precoces y tardías.

Cuarta: Realizar estudios sobre los beneficios de aplicación de abonos orgánicos en la fertilidad del suelo, en diferentes cultivos, en diferentes zonas de producción de la región de sierra Peruana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza, V. y Delgado, P. (2005). *Manejo y mejoramiento de quinua orgánica*. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. Dirección de Investigación Agraria. Serie Manual N° 01 – 2005. Puno, Perú.
- Arango, C. (2014.) *Evaluación de niveles de aplicaciones foliares con guano de Isla en el cultivo de maíz (Zea maíz L.) en Socos – Lircay – Angaraes – Huancavelica* (Titulo de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/163/TP%20-%20UNH%20AGRON.%200045.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural (2011). *Guano de las islas – “Mejorando tu suelo, mejoras tu cosecha”*. Dirección de Operaciones – Sub Dirección de Insumos y Abonos. Lima – Perú. Recuperado de <http://siea.minag.gob.pe/siea/.sites/default/files/SEPARATA-G12.pdf>
- Borda, A. (2011). *Análisis de productividad y componentes del rendimiento de tres variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en la comunidad Callapa – Altiplano Central* (Tesis de Pregrado), Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia.
- Calla, J. (2012a). *Análisis de suelos y fertilización en el cultivo de quinua orgánica*. Guía Técnica. Universidad Nacional Agraria La Molina – Agrobanco. Puno, Perú.

- Calla, J. (2012). *Manejo agronómico del cultivo de quinua*. Guía Técnica. Universidad Nacional Agraria La Molina – Agrobanco. Ayacucho, Perú.
- Cahui, J. (2010). *Efecto de tres formulaciones de Bokashi-EM en cinco variedades del cultivo de quinua (Chenopodium quínoa Willd.)*. (Título de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano-Puno.
- CARE PERÚ (2012). *Manual de Nutrición y Fertilización De La Quinua*. Ed Funart. Lima, Perú.
- CARITAS DEL PERÚ. (2008). *Manual práctico de cadena productiva del cultivo de la quinua*. Acostambo-Fondo Ítalo Peruano. Proyecto: “Cadena de Valor Agropecuario de Cebada y Menestra-Segunda Fase”. Huancavelica, Perú.
- Condori, O. (2008). *Evaluación participativa del riego deficitario y de fertilización /slea /slea orgánica sobre el desarrollo y rendimiento de quinua (Chenopodium quínoa Willd) en el Altiplano Sur*. (Título de pregrado). La Paz-Bolivia.
- Chacchi, T. K. (2009). *Demanda de la quinua (Chenopodium quínoa Willdenow) a nivel industrial* (Título de maestría). Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
- Gonzáles, L.; Juárez, A.; García, R.; Pérez, R. y Fagoaga, D. (2005). *Manual de agricultura orgánica*. Secretaría de Desarrollo Rural (SDR). Universidad Autónoma de Chiapas Campus V (UNACH)-México.

- Gómez, L. (2016.). *Guía del cultivo de quinua*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Universidad Nacional Agraria La Molina. Segunda Edición. Lima, Perú.
- Hernández, R.; Fernández, C., y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta edición. México.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (2013). *Quinua INIA 420-Negra de Collana*. Boletín Informativo. Puno, Perú.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú*. Primera Edición. Editado por INIA. Impreso en Lima.
- Jacobsen, S., Mujica, A., y Portillo, Z. (2001). *Primer taller internacional sobre quinua; recursos genéticos y sistema de producción*. Universidad Nacional Agraria la Molina UNALM, Centro Internacional de la Papa CIP, Universidad Nacional del Altiplano. Lima-Perú.
- León, J. M. (2003). *Cultivo de la quinua en Puno, Descripción manejo y producción*. Puno: UNA.
- López, A. (2004). *Estadística aplicada a la producción agrícola*. Notas del curso. Sub área de Métodos de Cuantificación e Investigación. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Guatemala.
- Mamani, O. (2015). *Efecto de cambio climático en la producción del cultivo de la quinua en la zona alta del distrito de Ilave – El Collao*. (Título de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

- Ministerio del Ambiente (2012). *Glosario de Términos para la Formulación de Proyectos Ambientales*. Documento de Trabajo. Lima, Perú. 118 p.
Recuperado de [http://cdam.minam.gob.pe/novedades/glosarioterm
inosambientales. pdf](http://cdam.minam.gob.pe/novedades/glosarioterminosambientales.pdf)
- Mujica, A; Suquilanda, M.; Chura, E.; Ruiz, E.; León, A.; Cutipa, S.; y Ponce, C.
(2013). *Producción orgánica de quinua (Chenopodium quinoa Willd)*. Primera Edición. Finca Agro.
- Mujica, A.; Izquierdo, J.; Jean – Pierre, M. (2001). *Origen y descripción de la quinua en: Quinoa ancestral cultivo andino*. FAO. Cd ROM. Santiago de Chile.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (2009). *La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050*. Foro de expertos de alto nivel. Roma. Recuperado de [http://www.fao.org/fileadmin
/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_
mundial.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (2011). *La Quinoa: Cultivo Milenario para Contribuir a la Seguridad Alimentaria Mundial*. Informe Técnico. Recuperado de [http://www.fao.org/docrep
/017/aq287s/aq287s.pdf](http://www.fao.org/docrep/017/aq287s/aq287s.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura y ALADI.
(2014). *Tendencias y Perspectivas del Comercio Internacional de Quinoa*. Documento Conjunto por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura en Colaboración con la

Asociación Latinoamericana de Integración. Santiago de Chile.

Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3583s.pdf>

Organización Privada de Desarrollo (2010). *Tecnología productiva de la quinua*. Solid Peru. Lima, Perú.

Oscó, V. (2009). *Productividad de variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) con la aplicación de diferentes niveles de fertilización orgánica en la localidad de Tiwanacu*. (Título de pregrado). La Paz-Bolivia. 77 p.

Pérez, A., y Landeros, C. (2009). *Agricultura y deterioro ambiental*. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Línea de Investigación en Agroecosistemas Sustentables. Recuperado de <http://www.elementos.buap.mx/num73/pdf/19.pdf>

Rosas, G. (2015). *Evaluación agronómica de diez variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Bajo dos sistemas de cultivo en la Unión-Leticia, Tarma*. (Título de pregrado) Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.

Rojas, R. (2015). *Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento y composición química de la quinua (Chenopodium quinoa W.) Variedad Hualhuas en el Distrito de Huando – Región Huancavelica*. (Título de Pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica. Facultad Ciencias de Ingeniería. Recuperado de <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/764/TP%20%20UNH%20ZOOT.%200036.pdf?sequence=1>

- Salcines, F. (2009). *Cadena agroalimentaria de la quinua y la maca peruana y su comercialización en el mercado Español*. (Título de doctoral). Recuperado de http://oa.upm.es/3085/1/FERNANDO_SALCINES_MINAYA.pdf
- Sandoval, L. (2013). *Investigación sobre el cultivo de la quinua o quínoa (Chenopodium quinua)*. SESAN. Unidad de Gestión de Riesgo en SAN y Cambio Climático, Dirección de Emergencias en SAN, Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional. Guatemala.
- Sapag, CH. (2007). *Proyecto de Inversión, Formulación y Evaluación*. Pearson Educación de México S.A. de C.V., Primera edición.
- Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural. (2007). *Abonos orgánicos*. Subsecretaria de Agricultura, Ganaderia, Desarrollo Rural Resca y Alimentacion. Triptico Informativo. México. Recuperado de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Abonos%20organicos.pdf>.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2017) *Pronostico del tiempo para Puno, durante el periodo 2017-2018*. <http://www.senamhi.gob.pe-dp.Puno>.
- Simposio Internacional del Agro (2006). *Glosario. Recopilación de términos en base a las Naciones Unidas*, Sistema Nacional de Cuentas Nacionales, 1993; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la

Alimentación (FAO), Diccionario agropecuario de México, 1982. 132 p. Recuperado de https://fuentesdeinformacionia.pb.files.wordpress.com/2013/09/glosario_del_siagro.pdf.

Tapia, M. E., y Frías, A.M. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. FAO y ANPE. Lima, Perú.

Vásquez V. (1990) *Experimentación agrícola*. Amaru Editores Primera Edición Lima-Perú.

Zanabria, E., y Banegas, M. (1997). *Entomología económica sostenible. Plagas de los cultivos andinos: Papa y quinua y el manejo agroecológico en los ecosistemas frágiles de la región Andina*. Aquarium Impresores y Editores. Puno-Perú.

Zanabria, E., y Mamani, F. (2017). *Granos andinos nutraceutico, quinua, cañihua y kiwicha en Perú y Bolivia*. Primera Edición-Puno-Perú.